

30.
29

RECIBO DE
LIBRERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"ESTUDIO DEL PROYECTO Y CONSTRUCCION DEL
TEATRO DE LAS ARTES DEL CENTRO NACIONAL
DE LAS ARTES (CNA)"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

L I Z M A Y E L A F L O R E S S U A R E Z



DIRECTOR DE TESIS:
ING. MIGUEL MORAYTA MARTINEZ

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS: "Estudio del proyecto y construcción del Teatro de las Artes del Centro Nacional de las Artes (CNA)"

Director: Ing. Miguel Morayta Martínez

Alumna: Liz Mayela Flores Suárez



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-174/95

Señorita
LIZ MAYELA FLORES SUAREZ
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. MIGUEL MORAYTA MARTINEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

"ESTUDIO DEL PROYECTO Y CONSTRUCCION DEL TEATRO DE LAS ARTES DEL CENTRO NACIONAL DE LAS ARTES (CNA)"

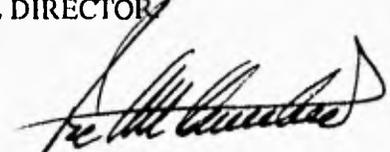
INTRODUCCION

- I. ANALISIS DE LA NORMATIVIDAD URBANA DEL CNA**
 - II. ANALISIS DE LA FUNCIONALIDAD DEL PROYECTO**
 - III. ANALISIS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL**
 - IV. ANALISIS DE LAS INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS**
 - V. ANALISIS DE LA CONSTRUCCION, OPERACION Y MANTENIMIENTO**
 - VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- BIBLIOGRAFIA**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 27 de octubre de 1995.
EL DIRECTOR


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*nll

A mis padres:

Juana Suárez y Salomón Flores, por su amor, su paciencia, su motivación, y por su ejemplo de trabajo y honestidad.

A mi Hermano:

Israel, por su amor, su amistad, su apoyo, por su confianza, y por que siga adelante.

A mi abuela:

Celia, por su amor, sus cuidados, sus consejos y su ejemplo.

A mi novio:

Jorge, por su amor, su apoyo, sus consejos, y por su amistad.

A mis amigos:

Por haber compartido amistad, experiencias, conocimientos, logros, tropiezos y por su apoyo.

Quiero agradecer especialmente al Ing. Miguel Morayta Martínez por su tiempo y dedicación brindados en la dirección de este trabajo; así como a la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional Autónoma de México, por la preparación que me brindó para poder pertenecer al grupo de profesinales que tienen como fin participar activamente en el desarrollo de nuestro país; México.

CONTENIDO

	pag.
INTRODUCCION	7
Capítulo I: Análisis de la normatividad urbana del CNA	10
I.1 Datos generales del proyecto.	10
I.2 Zonificación.	11
I.3 Uso de suelo.	12
I.4 Densidad de población e Intensidad de uso de suelo.	13
I.5 Altura máxima permitida, restricciones al frente y hacia las colindancias.	15
I.6 Estacionamiento de vehículos.	16
I.7 Clasificación del edificio según género y rango de magnitud.	18
I.8 Elementos arquitectónicos en fachada.	18
I.9 Altura de la construcción.	19
1.10 Area libre de la construcción.	19
1.11 Estacionamiento de vehículos.	20
Capítulo II: Análisis de la funcionalidad del proyecto	22
II.1 Dimensiones de los locales.	22
II.2 Higiene, servicios y acondicionamiento ambiental.	24
II.2.1 Aprovechamiento de agua.	24
II.2.2 Servicios sanitarios.	25
II.2.3 Depósitos de basura.	27
II.2.4 Ventilación.	28
II.2.5 Iluminación.	28
II.3 Comunicación y prevención de emergencias.	30
II.3.1 Circulaciones y elementos de circulación.	30
II.3.2 Estacionamiento.	36
II.4 Previsiones contra incendio.	38
II.4.1 Clasificación de edificios según riesgo.	38
II.4.2 Instalaciones y equipo contra incendio.	39
II.5 Dispositivos de seguridad y protección.	45
II.6 Integración al contexto e imagen urbana.	45
II.6.1 Imagen urbana.	46
II.7 Proyección de sombras y uso de vidrios y materiales reflejantes.	46

Capítulo III: Análisis de seguridad estructural	47
III.1 Clasificación de la edificación de acuerdo al título VI, artículo 174 del RCDF.	47
III.2 Localización del predio según la zona geotécnica.	47
III.3 Condiciones de regularidad de planta y alzado de la construcción.	49
III.4 Tipo de concreto.	51
III.5 Columnas.	54
III.6 Clasificación de las estructuras por viento.	56
III.7 Coeficiente sísmico para el cálculo de la edificación.	58
III.8 Colindancias.	59
III.9 Tipo de cimentación y estudios de Mécanica de Suelos.	60
III.10 Refuerzo por fuerza cortante en la viga.	64
III.11 Doblez de refuerzo en las vigas o columnas.	67
III.12 Anclaje en columnas y trabes.	69
III.13 Peraltes mínimos en losas planas.	70
III.14 Aberturas en losas.	72
III.15 Paquetes de barras.	72
Capítulo IV: Análisis de las instalaciones hidráulicas y sanitarias.	75
IV.1 Instalaciones hidráulicas y sanitarias.	75
IV.1.2 Cisternas.	75
IV.1.3 Tinacos.	78
IV.1.4 Tuberías, conexiones y válvulas.	78
IV.1.5 Instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios.	79
IV.1.6 Factibilidad de tratamiento y reúso de aguas residuales.	79
IV.1.7 Desagües separados.	80
IV.1.8 Tuberías de desagüe.	81
IV.1.9 Albañales.	82
IV.1.10 Registros.	84
IV.1.11 Fosas sépticas.	87
IV.1.12 Trampa de grasas.	87
IV.2 Instalaciones eléctricas.	88
IV.2.1 Contenido del proyecto eléctrico.	88
IV.2.2 Contactos.	88
IV.2.3 Interruptores para circuitos de iluminación.	90
IV.2.4 Sistemas de iluminación de emergencia.	97
IV.3 Instalaciones de combustible.	98
IV.3.1 Instalaciones de gas e instalaciones de combustibles líquidos.	98
IV.4 Instalaciones telefónicas.	99

Capítulo V: Análisis de la construcción, operación y mantenimiento.	101
V.1 Construcción.	101
V.1.1 Generalidades.	101
V.1.2 Medidas de seguridad precautorias e higiene en la obra.	104
V.1.3 Materiales y procedimientos constructivos.	106
V.1.4 Mediciones y trazos.	109
V.1.5 Excavaciones y cimentaciones.	110
V.1.6 Transporte en obras.	111
V.1.7 Instalaciones.	113
V.1.8 Fachadas.	115
V.2 Uso, operación y mantenimiento.	116
V.2.1 Uso.	116
V.2.2 Conservación.	117
V.2.3 Demoliciones.	118
Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones.	120
Bibliografía	124

INTRODUCCION

"El Centro Nacional de las Artes fue concebido como eje de un proceso profundo de reordenación de la enseñanza de las artes en México, que busca aprovechar plenamente la rica tradición y experiencia de las diferentes escuelas que operaban de manera separada, dándoles mayores elementos y apoyos para cumplir sus funciones con el nivel de excelencia. Se parte de reunirlos en un solo espacio y dotarlas de las instalaciones y los equipos más adecuados para la creación y la docencia, con los avances tecnológicos más modernos, los programas más adecuados y los maestros más capacitados para la formación artística. Se pretende que el centro sea un ámbito especialmente dotado para la formación de los artistas mexicanos del siglo XXI.

Las nuevas instalaciones responden a una nueva concepción del proceso enseñanza-aprendizaje de las artes, producto de la reflexión en el seno de cada comunidad académica y artística, a fin de redefinir sus enfoques y alcances, sus contenidos y actividades substantivas y complementarias, bajo los principios de respeto a la especificidad de la formación artística, fomento de la interdisciplinariedad y acercamiento de los artistas, investigadores y público en general a las escuelas.

El Centro Nacional de las Artes será un espacio privilegiado para conocer los productos de la creación en torno al arte y la cultura. Será un lugar especial para el arte mexicano y el arte universal en México, que vinculará el ayer, el hoy y el mañana."

Es en este marco, que se concibe el Teatro de las Artes, como un foro de expresión de la nueva generación de artistas y del ya reconocido grupo existente. Diseñado por los Arquitectos Alfonso López Baz y Javier Calleja en una superficie de 4 945 metros cuadrados y con un aforo para 547 espectadores, su diseño permite adaptarlo a diferentes condiciones de acústica e iluminación para cubrir necesidades específicas de obras de teatro, música, opera y danza. El Teatro de las Artes cuenta con:

-Area de recepción y estancia
foyer, guardarropa y servicio de bar.

-Area de Espectáculos
sala, caseta de proyección y sala de proyecciones.

-Area de Escenario
escenario, desahogos, foso escenario, proscenio, iluminación y foso músicos

¹ Folleto de presentación del Centro Nacional de las Artes.

-Servicios

electricidad y sonido, instrumentos, andén y descarga de escenario, carpintería y utilería, taller de pintura y escenografía y enfermería.

-Apoyo Técnico

camerinos y sala de ensayos.

El objetivo de esta tesis es realizar el análisis de un proyecto específico donde se hará una revisión del cumplimiento con el Reglamento de Construcción del Distrito Federal, con el fin de descubrir posibles fallas; este proyecto específico es el Teatro de las Artes, del Centro Nacional de las Artes. Con esta finalidad se analizaron únicamente los artículos aplicables al proyecto, de tal manera que lejos de ser un trabajo tedioso el darle seguimiento al RCDF, fuera este un apoyo para la realización del presente trabajo. El uso del RCDF por parte del ingeniero, como guía, facilita la verificación de la construcción de la obra, independientemente del estudio que debe realizar del proyecto.

El fin último de esta tesis, es retomar la idea de que una de las funciones del ingeniero constructor, así como del proyectista, es conocer y aplicar el Reglamento que es el fundamento de la actividad de la construcción y constituye las bases generales para un mejor desempeño de esta tarea. Es obligación del ingeniero conocer y manejar el reglamento; el ingeniero experimentado lo usará como apoyo, y el inexperto lo tomará como guía.

Durante la construcción de una obra, el ingeniero se basa en el proyecto que le es entregado, y no siempre dicho proyecto está exento de errores. Es en este caso donde entra el criterio del Ingeniero; criterio que debe estar fundamentado en el conocimiento, aún en temas tan específicos como la normatividad urbana y la funcionalidad del proyecto. La normatividad urbana trata de los requisitos y las obligaciones que debe cumplir el proyecto con la autoridad competente, de manera, que no se afecten los intereses y bienes de terceros. La funcionalidad del proyecto establece las normas mínimas para el desarrollo del mismo, de forma que la obra, una vez terminada, proporcione utilidad y comodidad al usuario. Por esta razón el primer, y segundo capítulos del presente trabajo, trata dichos conceptos, ya que para la ejecución del proyecto, es indispensable un mayor conocimiento del mismo. Frecuentemente se le resta atención a estos conceptos, y no pocas veces son motivo de cambios en la obra por parte del proyectista, una vez que se da cuenta del error. Algunos errores pueden evitarse, si el Ingeniero en obra y el proyectista, conocieran la reglamentación en este sentido; por ejemplo, las medidas mínimas para pasillos en casas habitación o para sitios de entretenimiento público, etc. De la información con que cuente el residente de obra, dependerá ahorrar tiempo y recursos, puesto que estará preparado para hacerle frente a algunos problemas o situaciones previstas en un reglamento, y podrá tomar decisiones basadas en el manejo cotidiano de los conceptos mencionados anteriormente (normatividad urbana y funcionalidad del proyecto).

El análisis de seguridad estructural que constituye el tercer capítulo, se basó en la normatividad que existe en el RCDF, sin constituir un análisis detallado o profundo, en lo que se refiere al análisis estructural, sino más bien enfocado a la seguridad y al aspecto práctico de revisión para la ejecución de obra, así como para la supervisión de la misma.

El capítulo cuatro trata del análisis de instalaciones hidráulicas y sanitarias, y debe entenderse como tal y no como una descripción detallada del procedimiento del diseño, ni de la instalación de la misma. El análisis se hace de elementos que constituyen la base de una instalación hidráulica y sanitaria, tales como capacidad, abastecimiento, materiales de construcción, normas generales para hacer la instalación, equipo mínimo a utilizar, higiene e infraestructura. En este capítulo se incluyó el análisis de otras instalaciones, como son: instalación eléctrica, instalación de combustible e instalación telefónica, porque el ingeniero en la práctica, siempre maneja algunos de estos conceptos. Algunas veces deberá dejar preparaciones tales como pasos a través de muros para las instalaciones, protegiendo de esta manera los elementos estructurales, por ejemplo; y es necesario que conozca la normatividad con respecto a dichas instalaciones.

El capítulo cinco y último es un análisis de la construcción, operación y mantenimiento, el estudio se hizo de acuerdo al RCDF. En este capítulo, se describe si se cumplieron las normas básicas que están reglamentadas, por ejemplo: seguridad e higiene en la obra, protección de la vía pública durante la construcción, materiales y algunos procedimientos constructivos, etc. El cumplimiento de estos aspectos, constituye un precedente para la adecuada realización de la obra y para la toma de decisiones.

Cabe aclarar que ciertos aspectos de la normatividad urbana, se aplicarán a todo el Centro Nacional de las Artes (CNA), puesto que el Teatro de las Artes está dentro de él y no se les puede desligar. Es también necesario hacer notar que durante la construcción de la obra, al proyecto se le llamó Teatro Polivalente, por lo que en el desarrollo del presente trabajo se hace referencia al mismo.

CAPITULO I

ANALISIS DE LA NORMATIVIDAD URBANA DEL CNA

Proyecto Centro Nacional de las Artes

I.1 Datos generales del proyecto

Ubicación: El proyecto se encuentra ubicado en casi una manzana completa. Colinda al norte con la avenida Río Churubusco (continuación del Circuito Interior), al oeste con la Calzada de Tlalpan, al este con la avenida Canal de Miramontes, y al sur con el Club de Golf "Country Club" y los edificios de los Estudios Churubusco.

Proyecto: El proyecto consta de nueve edificios, de los cuales tres tendrán la función de escuelas de nivel superior, dos serán teatros, un cine, un estacionamiento y un edificio central el cual poseerá una biblioteca, comercios y servicios.

1. Escuela Nacional de Teatro.
2. Escuela Nacional de Danza.
3. Edificio Central y Torre (Multimedia, Biblioteca, Comercios, Estacionamiento).
4. Escuela Nacional de Artes Plásticas.
5. Teatro Polivalente de 500 espectadores.
6. Conservatorio Nacional de Música.
7. Estacionamiento.
8. Multicinemas Cinemark con 12 salas.
9. Teatro Polivalente para 1000 espectadores.

Capítulo I. Análisis de la normatividad urbana del CNA

Para el presente anexo técnico se analizará el Teatro Polivalente de 500 espectadores.

Predio: La superficie total del predio es de 119 972 m².

Tipo de obra: Pública, No Habitacional.

Para el desarrollo del presente anexo técnico, el edificio que se analizará según el Reglamento de construcciones del D. F. y normas complementarias será el Teatro Polivalente con capacidad de 500 espectadores, por lo que todas las revisiones sobre serán sobre el mismo, aunque habrán partes en que se tenga que revisar todo el conjunto del proyecto del Centro Nacional de las Artes, por no poder deslindarse por el enfoque de ciertos conceptos y características del proyecto de acuerdo al reglamento (P.Ej. El análisis de intensidad deberá ser sobre todo el conjunto por el tipo de reglamentación en cuanto a áreas libres, área de construcción permitida, etc).

I.2 Zonificación

De acuerdo al programa parcial de zonificación de la carta urbana de 1987 de la delegación Coyoacán, el predio se encuentra en una zona CS 3.5 Corredor urbano / habitacional / oficinas / industrias / servicios con una intensidad media de hasta 3.5 veces el área del terreno.

Reglamentación Especial:

ZEDEC	No
Patrimonial	No
Histórica	No
Artística	No
Ecológica	No

Por norma complementaria: Lotes con frente a Calzada de Tlalpan y Viaducto Tlalpan desde Río Churubusco a calzada Acoxpa y avenida Pedregal pasarán a ser zona Mixta con densidad alta, conforme a zona secundaria C Corredor urbano / habitacional / oficinas / industria, excepto en zonas AV y ED con un máximo de 70% del predio como desplante, un 20% incremento de la demanda de estacionamiento de visitantes.

I.3 Uso de suelo

Según el artículo 32 del reglamento de zonificación, las edificaciones del proyecto según su uso se clasifican en:

<i>II.4.3</i>	<i>Escuelas de Educación Superior.</i>
<i>II.5.2.02</i>	<i>Teatros.</i>
<i>II.5.2.03</i>	<i>Cines.</i>
<i>II.9.1.15</i>	<i>Estacionamiento público de más de 1000 cajones.</i>
<i>II.1.2.04</i>	<i>Oficinas Privadas de más de 1 000 m² hasta 10 000 m² (Edificio Central y Torre) de acuerdo al artículo 37 del reglamento de zonificación.</i>

El Teatro está de acuerdo al uso permitido en la zona en que se encuentran de acuerdo al artículo 38 del reglamento de zonificación.

Zona C.-

<i>Escuelas de Educación Superior:</i>	<i>Prohibido.</i>
<i>Teatros:</i>	<i>Permitido sujeto a Licencia de Uso del Suelo.</i>
<i>Cines (Multicinas):</i>	<i>Permitido sujeto a Licencia de Uso del Suelo.</i>
<i>Oficinas Privadas:</i>	<i>Permitido.</i>
<i>Estacionamiento:</i>	<i>Permitido.</i>

Nota: Las Escuelas y Conservatorio de Música de acuerdo con la zonificación secundaria C tienen un uso prohibido, habrá que hacer consideraciones con el Departamento para establecer si pueden ser considerados como Centros de Estudios de Especialización por el enfoque que trata de dar el Centro Nacional de las Artes (CNA) sobre crear institutos de especialización y posgrado en el área artística para de esta forma poder clasificarse dentro del grupo de Centros de Estudios de Posgrado o de Especialización cuyo uso está Permitido sujeto a Licencia de Uso del Suelo, aunque cabe aclarar que la zonificación de estos Centros son para Instituciones Científicas y Las Escuelas del CNA son Instituciones Artísticas, también podría solicitarse un cambio de frente del terreno en la Delegación correspondiente ya que el lote tiene más frente hacia Río Churubusco que hacia Calzada de Tlalpan aunque rige el frente de Calzada de Tlalpan.

Para teatros que es el proyecto a considerar se deberá pedir Licencia de Uso del Suelo.

Capítulo I. Análisis de la normatividad urbana del CNA

Habrá que considerar que para todo el predio se necesitará Licencia de Uso del Suelo según el artículo 38 del reglamento de zonificación.

De acuerdo al artículo 53 del RCDF (Reglamento de Construcciones del D.F.) para teatros de más de 250 concurrentes se necesitará Licencia de Uso del Suelo con Dictamen Aprobatorio.

En cuanto al proyecto en conjunto, se necesitará también Licencia de Uso de Suelo con Dictamen Aprobatorio de acuerdo al artículo 53 del RCDF.

I.4 Densidad de población e Intensidad de Uso y Restricciones al Predio

Según el artículo 76 del RCDF:

"La superficie construida máxima permitida en los predios, será la que se determine, de acuerdo con las intensidades de uso del suelo y densidades máximas establecidas en los Programas Parciales en función de los siguientes rangos:

<i>Intensidades de uso del suelo</i>	<i>Densidad máxima permitida (hab/ha)</i>	<i>Superficie construida máxima (respecto al área del terreno)</i>
<i>(muy baja)</i>	<i>10.00</i>	<i>0.05</i>
<i>(baja)</i>	<i>50.00</i>	<i>1.00</i>
<i>(baja)</i>	<i>100.00 a 200.00</i>	<i>1.50</i>
<i>(media)</i>	<i>400.00</i>	<i>3.50</i>
<i>(alta)</i>	<i>800.00</i>	<i>7.50</i>

Para efectos de este artículo, las áreas de estacionamiento no contarán como superficie construida.

De acuerdo a normas complementarias del Programa Parcial de Desarrollo Urbano (PPDU).

Zona Mixta densidad alta C, de acuerdo al artículo 76 del RCDF y PPDU intensidad alta, superficie máxima de construcción permitida 7.5 veces el área del terreno.

7

Capítulo I. Análisis de la normatividad urbana del CNA

De acuerdo al artículo 77 del RCDF, norma complementaria 13 del PPDU y a la norma complementaria del plano de zonificación se deberá dejar un 30% de áreas libres y 70% de área máxima de desplante.

Permitida		Proyecto	
Predio Total =	119 972.00 m ²	Predio Total =	119 972.00 m ²
Area libre =	35 991.60 m ²	Areas verdes =	76 012.00 m ²
Area máxima de desp. =	83 980.40 m ²	Area de desplante =	43 960.99 m ²

$$\text{Intensidad permitida (7.5 veces el área)} = 119\,972 * 7.5 = \mathbf{899\,790\ m^2}$$

Por lo que si se cumple con lo estipulado por el RCDF y normas complementarias.

Intensidad del proyecto.

1. Escuela Nacional de Teatro =	7 798.00 m ²
2. Escuela Nacional de Danza =	8 520.00 m ²
3. Edificio Central (sin contar estacionamiento) =	9 302.00 m ²
3.I Torre de Centros de Investigación y Admon. =	5 946.00 m ²
4. Escuela Nacional de Artes Plásticas =	5 803.00 m ²
5. <u>Teatro Polivalente de 500 espectadores</u> =	4 945.00 m ²
6. Conservatorio Nacional de Música =	8 105.00 m ²
7. Teatro Polivalente de 1000 espectadores =	10 810.00 m ²
8. Multicinemas =	4 232.00 m ²
Total =	<u>65 461.00 m²</u>

En cuanto al Teatro Polivalente de 500 espectadores en específico, éste tendrá las siguientes características:

Superficie de desplante =	3 261.00 m ²
Superficie de Construcción:	
Sótano =	716.00 m ²
Planta Baja =	2 583.00 m ²
Planta Camerinos Generales =	758.00 m ²
Planta Galería =	779.00 m ²
Planta de Pasos de Gato =	109.00 m ²
Total =	4 945.00 m ²

Como la intensidad permitida es mayor que la intensidad de proyecto, se establece que el proyecto está cumpliendo con el artículo 77 del RCDF.

I.5 Altura máxima permitida, restricciones al frente y hacia las colindancias

Según el artículo 74 del RCDF:

"Ningún punto del edificio podrá estar a mayor altura que dos veces su distancia mínima a un plano virtual vertical que se localice sobre el alineamiento opuesto a la calle."

Según el artículo 78 del RCDF:

"Las edificaciones que, conforme a los Programas Parciales, tengan intensidad media o alta, cuyo límite posterior sea orientación norte y colinde con inmuebles de intensidad baja o muy baja, deberán observar una restricción hacia dicha colindancia del 15% de la altura máxima, sin perjuicio de cumplir con lo establecido en este Reglamento para patios de iluminación y ventilación."

El teatro Polivalente 500 espectadores tiene una altura variable, en donde su cota más alta se da en el techo del escenario de 12.19 m * 47.00 m de base aproximadamente y 26.00 m de altura. Su frente se encuentra orientado hacia la Calzada de Tlalpan y colinda al norte con la avenida Río Churubusco; de acuerdo al artículo 74 del RCDF no presenta problemas de altura máxima ya que no provoca problemas de asoleamiento a la avenida considerando la altura máxima del teatro de 26.00 m con el ancho de la avenida que es

considerablemente mayor (aproximadamente de 70.00 m), además el teatro presenta un remetimiento sobre el terreno del predio de aproximadamente 4.00 m sobre el alineamiento virtual, considerando la sombra que pudiera dar de acuerdo al PPDU norma 11 esta sería de $26.00 \text{ m} * 15\% = 3.9 \text{ m}$, por lo que la sombra caería dentro del predio del CNA.

El teatro Polivalente de 500 espectadores colinda al norte con la avenida Río Churubusco, al oeste con la Torre del Edificio Central, al este con áreas verdes y al sur con un andador (el andador se encuentra entre el teatro y la Escuela Nacional de Artes Plásticas); por lo tanto el teatro no tiene colindancia con algún inmueble de intensidad baja o muy baja, por lo que cumple con los artículos 78 del RCDF y artículo 11 del PPDU.

I.6 Estacionamiento de vehículos

Según el artículo 80 del RCDF:

"Las edificaciones deberán contar con los espacios para estacionamientos de vehículos que se establecen en las Normas Técnicas Complementarias."

Conforme al artículo 80 y artículo 9 de los transitorios del RCDF.

Requisitos mínimos para estacionamiento.

Tipología	Número mínimo de cajones
1. Escuela Nacional de Teatro	$7\ 798.00 / 25 = 311.92$
2. Escuela Nacional de Danza	$8\ 520.00 / 25 = 340.8$
3. Edificio Central (Multimedia, Biblioteca, Comercios)	$9\ 302.00 / 30 = 310.07$
3.I Torre de Centros de Investigación y Administración	$5\ 946.00 / 30 = 198.2$
4. Escuela Nacional de Artes Plásticas	$5\ 803.00 / 25 = 232.12$
5. Teatro Polivalente de 500 espectadores	$4\ 945.00 / 7.5 = 659.33$
6. Conservatorio Nacional de Música	$8\ 105.00 / 25 = 324.2$
7. Teatro Polivalente de 1000 espectadores	$10\ 810.00 / 7.5 = 1441.33$
8. Multicinas	$4\ 232.00 / 7.5 = 564.27$
Total	4 382.24

Capítulo I. Análisis de la normatividad urbana del CNA

Considerando un 20% más de aumento por norma complementaria de zonificación del PPDU.

$$4\ 382.24 + (4\ 382.24 * 0.20) = 5\ 258.68$$

De acuerdo al plano de cuantificación de demandas por zona. Zona I = 100%

Se necesitarán 5 258 cajones de estacionamiento para el CNA.

Si consideramos los cajones con que cuenta el CNA

Estacionamiento =	1 005 cajones
Estacionamiento del Edificio Central =	577 cajones
Estacionamiento entre el Conservatorio y Escuela de Artes Plásticas =	64 cajones
Total =	1 646 cajones

Nota: Considerando la demanda necesaria de cajones de estacionamiento con los establecidos en el proyecto vemos que harían falta 3 612 cajones extras para cumplir la demanda establecida, podríamos considerar que los distintos edificios del CNA no utilizarán los cajones a la misma hora (P.Ej. Teatros y cines con respecto a las Escuelas, Conservatorio y Edificio Central), también podría considerarse que el Teatro Polivalente de 1 000 espectadores no se construyó por falta de presupuesto pero sí estaba establecido en el proyecto ejecutivo.

Habría que considerar también las distancias de los estacionamientos, ya que el estacionamiento de 1005 cajones se encuentra a una distancia mayor de 250.00 m de todas las Escuelas, Conservatorio y Teatro Polivalente de 500 espectadores, éste estacionamiento podría dar solamente servicio a los multicinemas. Por lo que la demanda de cajones necesarios de las escuelas, Conservatorio y Teatro Polivalente de 500 espectadores tendrían que absorberlas el estacionamiento del Edificio Central de 577 cajones y el estacionamiento de 64 cajones. Considerando aún todas estas opciones harían falta cajones de estacionamiento para poder cubrir la demanda establecida por el reglamento.

I.7 Clasificación del Edificio según género y rango de magnitud

Según el Artículo 5 del RCDF, el Teatro Polivalente de 500 espectadores, puede ser considerado:

Género II.5.2 Entretenimiento de más de 250 concurrentes.

I.8 Elementos Arquitectónicos en Fachada

Según el artículo 73 del RCDF:

"Los elementos arquitectónicos que constituyen el perfil de una fachada, tales como pilastras, sardinetes y marcos de puertas y ventanas situados a una altura menor de dos metros cincuenta centímetros sobre el nivel de banqueta, podrán sobresalir del alineamiento hasta diez centímetros. Estos mismos elementos situados a una altura mayor, podrán sobresalir hasta veinte centímetros.

Las marquesinas podrán sobresalir del alineamiento el ancho de la banqueta disminuido en un metro; pero sin exceder de un metro cincuenta centímetros y no deberán usarse como balcón cuando su construcción se proyecte sobre la vía pública.

Todos los elementos de marquesina deberán estar situados a una altura mayor de dos metros cincuenta centímetros sobre el nivel de la banqueta."

El Teatro Polivalente de 500 espectadores tiene su fachada principal orientada hacia Calzada de Tlalpan por lo que ningún elemento arquitectónico de la misma sobresale hacia el alineamiento, en la avenida Río Churubusco, según el artículo 73 del RCDF, la marquesina del teatro se encuentra ubicada dentro del CNA, y el público tiene acceso a ella después de haberse estacionado en el estacionamiento del edificio central.

La marquesina tiene una altura de 4.82 m sobre el nivel de la banqueta, por lo que cumple con lo estipulado en el artículo 73 del RCDF.

I.9 Altura de la construcción

El Teatro Polivalente de 500 espectadores posee una altura máxima en uno de sus puntos de 26.00 m, no tiene colindancia con ninguna edificación de densidad media o baja, además la altura máxima del edificio esta remetida con escalonamiento para evitar problemas de sombra con los demás edificios a su alrededor; existen jardines, áreas verdes y veredas para circulación alrededor de cada una de sus fachadas a 4.00 m entre la colindancia a cualquier edificio cercano o avenida, por lo que cumple con lo estipulado en el RCDF y PPDU.

I.10 Area libre de construcción

Según el artículo 77 del RCDF:

"Sin perjuicio de las superficies construidas máximas permitidas en los predios, establecidos en el artículo anterior, para lograr la recarga de los mantos acuíferos, se deberá permitir la filtración de agua de lluvia al subsuelo, por lo que las futuras construcciones proporcionarán un porcentaje de la superficie del predio, preferentemente como área verde; en caso de utilizarse pavimento éste deberá ser permeable.

Los predios con área mayor de 500 m²

<i>Superficie del predio (m²)</i>	<i>Area libre (%)</i>
<i>De más de 500 hasta 2 000</i>	<i>22.50</i>
<i>De más de 2 000 hasta 3 500</i>	<i>25.00</i>
<i>De más de 3 500 hasta 5 500</i>	<i>27.50</i>
<i>Más de 5 500</i>	<i>30.00</i>

Las áreas libres del CNA (76 012.00 m² de 119 972 m² del total del predio) están consideradas como áreas verdes y jardines, existe un sistema de riego para todas estas áreas, por lo que se cumple con los requerimientos del artículo 77 del RCDF.

I.11 Estacionamiento de vehículos

Según el artículo 9 de los transitorios del RCDF:

"

<i>Tipología</i>	<i>Número mínimo de cajones</i>
<i>H.5.2 Entretenimiento: Teatros</i>	<i>1 por 7,5 m²</i>

*VII. Las medidas de los cajones de estacionamiento para coches serán de 5.00 * 2.40 m. Se podrá permitir hasta el cincuenta por ciento de los cajones para coches chicos de 4.20 * 2.20 m.*

*IX. Los estacionamientos públicos y privados señalados en la fracción I, deberán destinar por lo menos un cajón de cada veinticinco o fracción a partir de doce, para uso exclusivo de personas impedidas, ubicado lo más cerca posible de la entrada a la edificación. En estos casos, las medidas del cajón serán de 5.00 * 3.80 m.*

XI. Las edificaciones que no cumplan con los espacios de estacionamiento establecidos en la fracción I dentro de sus predios, podrán usar para tal efecto otros predios, siempre y cuando no se encuentren a una distancia mayor de 250.00 m; no se atraviesen vialidades primarias, y los propietarios de dichas edificaciones comprueben su título de propiedad."

Debido a la distancia en que se encuentra el edificio de estacionamiento de 1005 cajones, la cual es mayor a 250 m según el artículo 9 inciso XI de los transitorios del RCDF, por lo que el estacionamiento que podrá dar servicio al teatro será el que se encuentra en el edificio central de 577 cajones de estacionamiento, estos cajones están repartidos en dos niveles.

De acuerdo con el RCDF del artículo 9 transitorio inciso A, fracción XI.

Se pueden permitir el 50% de cajones para coches grandes y 50% para coches chicos y cada 25 o fracción, uno para uso de personas impedidas, ubicados lo más cerca de la entrada de los elevadores.

El estacionamiento posee:

- 23 cajones para personas impedidas de 5.00 m * 4.00 m
- 270 cajones para coches chicos de 5.00 m * 2.00 m
- 284 cajones para coches grandes de 6.00 m * 2.50 m

De acuerdo a las dimensiones y distribuciones de los cajones el estacionamiento si cumple con lo estipulado por el reglamento.

Existen problemas en cuanto a que las dimensiones de los cajones no están dibujadas en el pavimento y esto puede provocar problemas al estacionarse además de que en algunos cajones hace falta el uso de topes de rueda, ya que los coches pueden o abarcar más de un cajón o golpcarse entre si al estacionarse, además hace falta una buena señalización ya que no existe la adecuada para señalar las entradas y salidas del estacionamiento así como las direcciones de las rampas y circulaciones, éste estacionamiento no tiene mucho tiempo de haber entrado en servicio y se deberán de corregir todos los errores que se presentan.

Nota: El estacionamiento presenta rampas especiales con las medidas del reglamento para las personas impedidas de acuerdo con lo estipulado en el artículo 18 del RCDF.

CAPITULO II

ANALISIS DE LA FUNCIONALIDAD DEL PROYECTO

II.1 Dimensiones de los locales

Según el artículo 9 del transitorio título B del RCDF:

"

<i>Tipología Local</i>	<i>Dimensión Area o índice</i>	<i>Libres Lado (metros)</i>	<i>Mínimas alturas (metros)</i>	<i>Obser.</i>
<i>II.5 Recreación: Entretenimiento Más de 250 personas</i>	<i>0.7 m³ por persona</i>	<i>0.45 por asiento</i>	<i>3.00 3.50 m³ por persona</i>	<i>g,h</i>

g) Determinada la capacidad del templo o centro de entretenimiento y aplicando el índice de m³/persona, la altura promedio se determinará aplicando el índice de m³/persona, sin perjuicio de observar la altura mínima aceptable.

h) El índice de m³/persona incluye áreas de escena o representación, áreas de espectadores sentados, y circulaciones dentro de las salas

i) Las taquillas se colocarán ajustándose al índice de una por cada 1 500 personas o fracción, sin quedar directamente a la calle y sin obstruir la circulación de los accesos."

Entretenimiento, Sala de más de 250 concurrentes:

<i>Area.</i>	<i>Altura.</i>	<i>Lado.</i>
<i>0.7 m, por persona.</i>	<i>3.5 m³ por persona.</i>	<i>0.45 m por asiento.</i>
<i>0.7 * 500 = 350 m³</i>	<i>3.5 * 500 = 1 750 m³</i>	<i>0.45 * 25 = 11.25 m</i>

Con respecto al proyecto:

Capítulo II. Análisis de la funcionalidad del proyecto

Con respecto al proyecto:

De acuerdo con la observación g y h del inciso B de requerimientos mínimos de habitabilidad y funcionamiento:

$$\text{Area} = (34.37 * 13.86) + (22.18 * 2.00) * 2 = 565.09 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = 586.39 * 9.74 = 5\ 711.44 \text{ m}^3$$

$$5\ 711.44 / 500 = 11.42 \text{ m}^3 \text{ de altura por persona}$$

$$\text{Lado} = 13.86 \text{ m sin considerar pasillo.}$$
$$0.55 \text{ m por asiento.}$$

De acuerdo con el artículo 9 del transitorio del RCDF si pasa.

Vestíbulo:

<i>Area.</i>	<i>Altura.</i>	<i>Lado.</i>
<i>0.03 m³ por persona.</i>	<i>3.00 m</i>	<i>5.00 m</i>
<i>0.03 * 500 = 15 m³</i>		

Con respecto al proyecto:

$$\text{Area Vestíbulo interior} = 16.77 * 20.06 = 336.41 \text{ m}^2$$

$$\text{Altura} = 9.74 \text{ m}$$

$$\text{Lado menor} = 16.77 \text{ m}$$

Taquilla:

<i>Area.</i>	<i>Altura.</i>
<i>1 m³</i>	<i>2.50 m</i>

Con respecto al proyecto:

El teatro Polivalente presenta un vestíbulo especial para dar servicio de guardarropa, cafetería, cabe decir que la venta de boletos será en la planta baja de la torre administrativa del Edificio Central. El proyecto no estipula una taquilla para boletos en la entrada del teatro.

II.2 Higiene, servicios y acondicionamiento ambiental

II.2.1 Aprovechamiento de agua

La instalación de agua potable utilizada en el teatro Polivalente 500 fue de cobre rígido considerado en las especificaciones del artículo 152 del RCDF y normas complementarias.

De acuerdo al artículo 9 de los transitorios del RCDF:

Entretenimiento = 6 l/siento/día.

Observaciones:

a) Las necesidades de riego se considerarán por separado a razón de 5 l/m²/día.

b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se considerarán por separado a razón de 100 l/trabajador/día.

$$500 * 6 = 3\ 000 \text{ litros / día}$$

El sistema de riego se considera por separado y deberá ser de 5 l/m²/día.

Considerando las áreas verdes del CNA:

$$76\ 012.00 \text{ m}^2 * 5 \text{ l/m}^2/\text{día} = 380\ 060 \text{ litros / día}$$

Considerando a los trabajadores del Teatro Polivalente de 500 espectadores, podemos considerar que son alrededor de 60 gentes.

$$60 \text{ trabajadores} * 100 \text{ l/trabajador al día} = 6\ 000 \text{ litros / día}$$

Considerando solamente al teatro Polivalente, se necesitarán 9 000 litros al día para cumplir con requerimientos mínimos de dotación de agua potable, y para el sistema de riego del CNA se necesitarán 380 060 litros al día para cumplir con los requerimientos de dotación.

De acuerdo con el proyecto:

La dotación de agua para todas las edificaciones del CNA será por medio de un sistema de bombeo el cual tiene un gasto de 0.5 lps, considerando la demanda de agua necesaria para el teatro Polivalente:

$$9\ 000\ \text{l/día} = 375\ \text{l/hr} = 6.25\ \text{l/min} = 0.104\ \text{lps}$$

Considerando la demanda necesaria por la obtenida, sí se cumple con lo estipulado en el reglamento.

La dotación de agua para el sistema de riego será a base de un sistema de cisternas ubicadas en distintos puntos del CNA, el sistema de riego cuenta con un conjunto de bombas Jockey de motor eléctrico marca Patterson para establecer una dotación de agua será de 11.52 lps, considerando la demanda de agua para riego necesaria para el CNA:

$$380\ 060\ \text{l/día} = 15\ 835\ \text{l/hr} = 263\ \text{l/min} = 4.399\ \text{lps}$$

Por lo que sí se cumple con lo estipulado en el reglamento artículo 9 de los transitorios inciso C. Cabe decir que para el sistema de riego se utilizó agua tratada, debido a que por la avenida Río Churubusco pasa una red de agua tratada, y se aprovechó esta para el sistema de riego del CNA.

II.2.2 Servicios Sanitarios

Según el artículo 83 del RCDF:

"Las edificaciones estarán provistas de servicios sanitarios con el número mínimo, tipo de muebles y sus características que se establecen a continuación:

- I. Las viviendas con menos de 45 m² contarán cuando menos, con un excusado, una regadera y uno de los siguientes muebles: lavabo, fregadero o lavadero;*
- II. Las viviendas con superficie igual o mayor a 45 m² contarán, cuando menos con un excusado, una regadera, un lavabo, un lavadero y un fregadero.*
- III. Los locales de un trabajo y comercio con superficie hasta 120 m² y hasta quince trabajadores o usuarios contarán, mínimo, con un excusado y un lavabo o vertedero;*
- IV. En los demás casos se proveerán los muebles sanitarios de conformidad con lo dispuesto en las Normas Técnicas Complementarias."*

7

Capítulo II. Análisis de la funcionalidad del proyecto

De acuerdo al artículo 83 y artículo 9 inciso II.5 de los transitorios del RCDF:

Entretenimiento de 500 espectadores = 5 excusados.
5 Lavabos.

En el proyecto del teatro Polivalente existen 4 baños para uso de los espectadores, divididos en partes iguales para hombres y mujeres, dos se encuentran instalados a cada lado de las puertas de acceso a la sala en la planta baja, y otros dos en las entradas de las galerías de nivel superior.

La distribución de los baños es la siguiente:

Ubicación	Cantidad
Baño para hombres ubicado en la planta baja.	- 2 excusados. - 1 mingitorio. - 3 lavabos.
Baño para damas ubicado en la planta baja.	- 3 excusados. - 3 lavabos.
Baño para hombres ubicado en el primer nivel.	- 1 excusado. - 1 mingitorio. - 1 lavabo.
Baño para damas ubicado en el primer nivel.	- 2 excusados. - 1 lavabo.

Sí se cumple de acuerdo con lo estipulado en el artículo 83 y artículo 9 transitorio del RCDF. Según el inciso D del transitorio 9 fracción VI se puede cambiar un excusado por un mingitorio en caso de tres, también se cumple con las medidas mínimas de espacio según la fracción IX.

Cabe decir que uno de los excusados ubicados en la planta baja tanto para el de hombres como el de mujeres, posee las medidas reglamentarias para personas impedidas, pero carece de pasamanos establecidos en las Normas Técnicas complementarias.

La distancia máxima para acceder a los sanitarios, considerando el asiento más lejano del teatro será de 33.66 m, por lo que se cumple con lo estipulado en la fracción XI que no deberá ser mayor a 50 m.

El piso de los sanitarios es de loseta antiderrapante, de acuerdo con la fracción XII.

Existen sanitarios especiales para los empleados, además de que existen camerinos con baño propio.

Se cuenta con depósitos de agua potable ubicados en la cafetería para el público en general según la fracción VII.

El acceso a los baños al abrir la puerta no presenta a la vista los excusados o mingitorios según la fracción XIII.

El sistema de descarga al drenaje sanitario es combinado, ya que el sistema de drenaje en la Ciudad de México es de esta forma, aunque el artículo 156 establece que debería ser separado, esto no es posible por el sistema combinado del drenaje del D.F.

II.2.3 Depósitos de basura

Según el artículo 86 del RCDF:

"Deberán ubicarse uno o varios locales para almacenar depósitos o bolsas de basura, ventilados y a prueba de roedores, en los siguientes casos y aplicando los índices mínimos de dimensionamiento:

II. Otros usos no habitacionales con más de 500 m² sin incluir estacionamientos, a razón de 0.01 m³/m² construido."

De acuerdo al artículo 86 del RCDF:

$$0.01 / m^3 / m^2$$

$$4\ 945.00\ m^2 * 0.01 = 49.45 / m^3 \text{ para depósito de basura.}$$

El teatro Polivalente no presenta un lugar exclusivo para los depósitos de la basura. En la parte posterior del teatro cerca de las entradas para equipo y almacenamiento, se dimensionó un lugar para poder tener los botes de basura, pero este no cumple con las especificaciones dadas por el artículo 86 del RCDF.

II.2.4 Ventilación

Según el artículo 90 del RCDF:

"Los locales en las edificaciones contarán con medios de ventilación que aseguren la provisión de aire exterior, así como la iluminación diurna y nocturna en los términos que fijen las Normas Técnicas Complementarias."

De acuerdo con el artículo 9 del transitorio del RCDF:

El Teatro Polivalente presenta una ventilación artificial por medio de ductos de ventilación de acuerdo con un cuarto de maquinas que ventilan el interior de la sala, espacios del escenario, corredores del teatro, camerinos y sanitarios, para garantizar los volúmenes de cambio de aire.

Los cambios de aire serán de 6 cambios por hora, el aire entrará por un ducto localizado en el exterior del edificio, entrará al sótano y posteriormente las maquinas ventilarán las distintas zonas del teatro saliendo finalmente por un ducto ubicado en la azotea de la edificación.

Considerando lo estipulado en el RCDF de los transitorios inciso E, vestíbulos 1 cambio por hora y reunión de personas en general en las salas de 6 cambios por hora, sí se cumple con lo estipulado en el reglamento.

II.2.5 Iluminación

Según el artículo 169 del RCDF:

"Las edificaciones de salud, recreación y comunicaciones, y transporte deberán de tener sistemas de iluminación de emergencia con encendido automático, para iluminar pasillos, salidas, vestíbulos, sanitarios, salas y locales de concurrentes, salas de curaciones, operaciones y expulsión, y letreros indicadores de salidas de emergencia, en los niveles de iluminación establecido por este Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias para esos locales."

Capítulo II. Análisis de la funcionalidad del proyecto

El teatro Polivalente de 500 espectadores posee un tipo de iluminación artificial, además de que se encuentra una planta de iluminación de emergencia instalada según características establecidas en el artículo 169 del RCDF.

La edificación posee un complejo sistema de iluminación para poder atender a las demandas de los espectadores y escenarios durante la función, de acuerdo con las demandas en luxes establecidas en el artículo 9 fracción VI de los transitorios del RCDF, así como en los baños cuya iluminación es la estipulada en la fracción VI.

Según el artículo 9 de los transitorios, título F, fracción VI del RCDF:

"Los niveles de iluminación en luxes que deberán proporcionar los medios artificiales serán como mínimo las siguientes:

Tipo	Local	Niveles de iluminación en luxes
II.5 Recreación Entretenimiento	<i>Salas durante la función</i>	<i>1</i>
	<i>Iluminación de emergencia</i>	<i>5</i>
	<i>Salas durante intermedios</i>	<i>50</i>
	<i>Vestíbulos</i>	<i>150</i>

Para sanitarios en general será de 75."

Considerando los niveles de luxes obtenidos en el teatro Polivalente de 500 espectadores:

Tipo	Local	Niveles de iluminación en luxes
Entretenimiento	Salas durante la función	1
	Iluminación de emergencia	6
	Salas durante intermedios	75
	Vestíbulos	170
	Sanitarios	80

Considerando los niveles de luxes del teatro contra los mínimos requeridos por el RCDF, podemos decir que se cumple con lo que establece el RCDF y normas técnicas complementarias.

El teatro Polivalente de 500 espectadores presenta un pórtico iluminado natural y artificialmente, la altura del mismo es de 9.74 m y posee una base de aproximadamente 12 m de acuerdo con la fracción II.

El teatro posee reflectores para iluminar sus fachadas durante la noche, para que los espectadores y público en general puedan observar la edificación.

II.3 Comunicación y Prevención de emergencias

II.3.1 Circulaciones y elementos de circulación

Según el artículo 95 del RCDF:

"La distancia desde cualquier punto en el interior de una edificación a una puerta, circulación horizontal, escalera o rampa, que conduzca directamente a la vía pública, áreas exteriores o al vestíbulo de acceso de la edificación, medidas a lo largo de la línea de recorrido, será de 30 m como máximo, excepto en edificaciones de habitación, oficinas, comercio e industrias, que podrá ser de 40 m como máximo.

Estas distancias podrán ser incrementadas hasta en un 50 % si la edificación o local cuenta con un sistema de extinción de fuego según lo establecido en el artículo 122 de este Reglamento."

Considerando que el teatro Polivalente de 500 espectadores, así como todas las edificaciones del CNA, cuenta con un sistema contra incendios, podemos considerar según el artículo 122 un 50% más de distancia:

$$30 + (0.5 * 30) = 45 \text{ m de distancia máxima.}$$

La distancia máxima desde el punto más alejado de la sala a una puerta que conduzca a la salida en el proyecto del teatro es de 20.13 m por lo que si cumple con el artículo 95 del RCDF.

Capítulo II. Análisis de la funcionalidad del proyecto

Según el artículo 96 del RCDF:

"Las salidas a vía pública en edificaciones de salud y de entretenimiento contarán con marquesinas que cumplan lo indicado en el artículo 73 de este Reglamento."

El teatro Polivalente no presenta salidas hacia la vía pública debido a que su orientación es hacia la Calzada de Tlalpan y de que posee un remetimiento sobre el predio de 4.00 m del alineamiento; las salidas de emergencia van a dar a patios dentro del CNA, sin embargo, presenta una marquesina para cubrir a los espectadores, que cumple con las especificaciones del artículo 73, por lo que se cumple con el artículo 96 del RCDF.

Según el artículo 98 del RCDF:

"Las puertas de acceso, intercomunicación y salida deberán tener una altura de 2.10 m cuando menos; y una anchura que cumpla con la medida de 0.60 m por cada 100 usuarios o fracción, pero sin reducir los valores mínimos que se establezcan en las Normas Técnicas Complementarias, para cada tipo de edificación."

De acuerdo con el artículo 98, la puerta de acceso del teatro debería ser de: 0.60 por cada 100 usuarios de ancho, considerando los 500 usuarios a los que tiene de capacidad el teatro Polivalente, obtenemos lo siguiente:

$$5.00 * 0.60 = 3.00 \text{ m de ancho}$$

Según el artículo 9 de los transitorios, título H:

<i>"H.5 Recreación: Entretenimiento Acceso Principal b)</i>	<i>1.20 m</i>
<i>Entre vestíbulo y sala</i>	<i>1.20 m</i>

b) En este caso las puertas a vía pública deberán tener una anchura total de, por lo menos, 1.25 veces la suma de las anchuras reglamentarias de las puertas entre vestíbulo y sala."

De acuerdo con el artículo 9, obtenemos lo siguiente:

1.25 la suma de las anchuras reglamentarias, considerando dos puertas se obtiene lo siguiente:

$$1.25 * 1.20 * 2.00 = 3.00 \text{ m de ancho}$$

Las puertas de acceso del teatro Polivalente de 500 espectadores son de cristal de dos pulgadas de espesor aproximadamente con una altura de 2.20 m y un ancho de 1.50 m por

Capítulo II. Análisis de la funcionalidad del proyecto

puerta, considerando que son puertas pares al abrirse las dos darían un ancho de 3.00 m, tomando en cuenta que para el acceso principal existen 3 puertas iguales en total contando las tres puertas serían 9.00 m de anchura de acceso principal; en cuanto el acceso del vestíbulo a la sala existen un conjunto de puertas de madera (con un baño de barniz especial para resistir al fuego) de 2.10 m de altura y 1.00 de ancho pares (2.00 de ancho considerando las dos abiertas) a cada lado de la sala, por lo que si cumple con lo estipulado en el artículo 98 y artículo transitorio 9 inciso H del RCDF.

Según el artículo 99 del RCDF:

"Las circulaciones horizontales, como corredores, pasillos y túneles deberán cumplir con una altura mínima de 2.10 m y con una anchura adicional no menor de 0.60 m por cada 100 usuarios o fracción, ni menor de los valores mínimos que establezcan las Normas Técnicas Complementarias para cada tipo de edificación."

Considerando lo establecido por el RCDF se tiene para el teatro Polivalente de 500 espectadores se obtiene lo siguiente:

$$5 * 0.60 = 3.00 \text{ m de anchura}$$

Las circulaciones dentro de la sala son 2 de 3.10 m de ancho cada una a los lados de la sala, la altura dentro de la sala es mayor a 2.10 m por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 99 del RCDF.

Según el artículo 100 del RCDF:

"Las edificaciones tendrán siempre escaleras o rampas peatonales que comuniquen todos sus niveles, aun cuando existan elevadores, escaleras eléctricas o montacargas, con un ancho mínimo de 0.75 m y las condiciones de diseño que establezcan las Normas Técnicas Complementarias."

Según el artículo 9 título J inciso I del RCDF:

"I. Ancho mínimo. El ancho de las escaleras no será menor de los valores siguientes que se incrementarán en 0.60 m por cada 75 usuarios o fracción:

<i>Tipo de edificación</i>	<i>Tipo de escalera</i>	<i>Ancho mínimo</i>
<i>II.5 Recreación</i>	<i>En zonas de público</i>	<i>1.20 m</i>

Capítulo II. Análisis de la funcionalidad del proyecto

El teatro Polivalente de 500 espectadores presenta solamente una escalera para ascender y descender del primer nivel de 1.50 m de ancho, considerando lo estipulado en la fracción I del inciso J del artículo 9 de los transitorios y el artículo 100 del RCDF.

Primer nivel filas = 7
7 * 25 = 175 personas en el primer nivel.

Planta Baja = 325 personas en la planta baja.

Considerando a los 175 espectadores del segundo nivel, se tendrá que aumentar la dimensión en dos veces 0.60 m

Según la fracción I: 1.20 m + 0.60 m + 0.60 m = 2.40 m mínimo de ancho

Por lo que no pasa de acuerdo con lo estipulado en el RCDF y normas técnicas complementarias.

Existen otras escaleras en el teatro, pero son para el personal de mismo, estas escaleras una tiene un ancho de 1.50 m, y existe otra para acceder al montacargas de 2.00 m.

Las escaleras poseen 28 peraltes con un descanso en el 14° escalón, por lo que se cumple con lo establecido en la fracción II del artículo 9 título J del RCDF, ya que este establece un mínimo de un descanso cada quince peraltes, en lo que no se cumple es que la escalera no cuenta con barandal.

Según el artículo 102 del RCDF:

"Salida de emergencia es el sistema de puertas, circulaciones horizontales, escaleras y rampas que conducen a la vía pública o áreas exteriores comunicadas directamente con ésta, adicional a los accesos de uso normal, que se requerirá cuando la edificación sea de riesgo mayor según la clasificación del artículo 117 de este Reglamento y de acuerdo con las siguientes disposiciones:

I. Las salidas de emergencia serán en igual número y dimensiones que las puertas, circulaciones horizontales y escaleras a que se refieren los artículos 98 a 100 de este Reglamento y deberán cumplir con las demás disposiciones establecidas en esta sección para circulaciones de uso normal;

II. No se requerirán escaleras de emergencia en las edificaciones de hasta 25.00 m de altura, cuyas escaleras de uso normal estén ubicadas en locales en planta baja abiertos al exterior en por lo menos uno de sus lados, aun cuando sobrepasen los rangos de ocupantes y superficie establecidos para edificaciones

Capítulo II. Análisis de la funcionalidad del proyecto

de riesgo menor en el artículo 117 de este Reglamento;
III. Las salidas de emergencia deberán permitir el desulajo de cada nivel de la edificación, sin atravesar locales de servicio como cocinas y bodegas; y
IV. Las puertas de salidas deberán contar con mecanismos que permitan abrirlas desde adentro mediante una operación simple de empuje."

El proyecto cumple con lo estipulado en el artículo 102 del RCDF en cuanto a las medidas de circulaciones, puertas y sistemas de emergencia. Las puertas de emergencia solo pueden ser abiertas desde adentro, por lo que en este aspecto se cumple con lo establecido en el artículo 102 del RCDF.

Las salidas de emergencia presentaban una puerta cada una de estas de 1.50 m de ancho por 2.10 m de altura y solo poseen un dispositivo que solo permite abrirlas desde adentro, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 102 y normas técnicas complementarias del RCDF.

Debido a la altura de 26.00 m del teatro Polivalente de 500 espectadores, se deberían tener escaleras de emergencia, considerando que no existen escaleras de emergencia para el nivel superior de la sala, por lo que no se cumple en este aspecto con el artículo 102 del RCDF, cabe considerar que la altura del teatro está muy cercana al límite, y se podría considerar que no se necesitan escaleras de emergencia, ya que las escaleras que existen en el teatro solo son para acceder de la planta baja al nivel superior.

Según el artículo 103 del RCDF:

"En las edificaciones de entretenimiento se deberán instalar butacas de acuerdo con las siguientes características:

- I. Tendrán una anchura mínima de 50 cm;*
- II. El pasillo entre el frente de una butaca y el respaldo de adelante será, cuando menos, de 40 cm;*
- III. Las filas podrán tener un máximo de 24 butacas cuando desemboquen a dos pasillos laterales, y de doce butacas cuando desemboquen a uno solo, si el pasillo al que se refiere la fracción II tiene cuando menos 75 cm. El ancho mínimo de dicho pasillo para filas de menos butacas se determinará interpolando las cantidades anteriores, sin perjuicio de cumplir el mínimo establecido en la fracción II de este artículo;*
- IV. Las butacas deberán estar fijadas al piso, con excepción de las que se encuentren en palcos y plateas;*
- V. Los asientos de las butacas serán plegadizos, a menos que el pasillo al que se refiere la fracción II sea, cuando menos, de 75 cm;*
- VI. En el caso de cines, la distancia desde cualquier butaca al punto más cercano de la pantalla será la mitad de la dimensión mayor de ésta, pero en ningún caso menor de 7 m, y*
- VII. En auditorios, teatros, cines, salas de concierto y teatros al aire libre deberá destinarse un espacio por cada cien asistentes o fracción, a partir de sesenta,*

Capítulo II. Análisis de la funcionalidad del proyecto

para uso exclusivo de personas impedidas. Este espacio tendrá 1.25 m de fondo y 0.80 m de frente y quedará libre de butacas y fuera del área de circulaciones."

El ancho de las butacas tienen una medida de 0.55 m, con 0.40 m entre el frente de la butaca y el respaldo de adelante, las butacas se encuentran fijadas al piso y son plegadizas; el desalajo de las filas es a dos pasillos laterales de 3.10 m de ancho, por lo que sí se cumple en estos aspectos con el artículo 103 del RCDF.

Donde no cumple el artículo 103 del RCDF, es en el total de butacas por línea, ya que el máximo es de 24 butacas por línea y el teatro Polivalente tiene filas de 25 butacas, el teatro no presenta dentro de la sala, espacio para personas impedidas, ya que estas tendrían que situarse en los pasillos de la planta baja, ya que no existen elevadores para que estos puedan ingresar al nivel superior, existe un espacio al frente de aproximadamente 4.00 m, pero en él se sitúa la orquesta o en casos de mayor demanda de espectadores, la orquesta puede situarse abajo por medio de un sistema de hidráulico y se pueden colocar 4 filas más de butacas.

Según el artículo 106 del RCDF:

"Los locales destinados a cines, auditorios, teatros, salas de concierto, aulas escolares o espectáculos deportivos deberán garantizar la visibilidad de todos los espectadores al área en que se desarrolla la función o espectáculo, bajo las siguientes condiciones:

1. La isóptica o condición de igual visibilidad deberá calcularse con una constante de 12 cm, medida equivalente a la diferencia de niveles entre el ojo de una persona y la parte superior de la cabeza del espectador que se encuentre en la fila inmediata inferior."

Las filas tienen un peralte, una con respecto de otra para poder garantizar la visibilidad de todos los espectadores, dicho peralte es de 14 cm, además de los ángulos necesarios para la visibilidad de todos los espectadores según el artículo 106 del RCDF.

Según el artículo 107 del RCDF:

"Los equipos de bombeo y las máquinas instaladas en edificaciones para habitación plurifamiliar, conjuntos habitacionales, oficinas de salud, educación y cultura, recreación y alojamiento que produzcan una intensidad sonora mayor de 65 decibeles, medida a 0.50 m en el exterior del local, deberán estar aisladas en locales acondicionados acústicamente, de manera que reduzcan la intensidad sonora, por lo menos, a dicho valor."

Existe un aislamiento entre las salas y vestíbulos con respecto a la maquinaria de ventilación localizada en el sótano y azotea del teatro, así como de los ruidos que se puedan provocar en la vía pública para evitar la intensidad sonora según el artículo 107 del RCDF.

II.3.2 Estacionamiento

Según el artículo 108 del RCDF:

"Todo estacionamiento público deberá estar drenado adecuadamente y bardeado en sus colindancias con los predios vecinos."

El estacionamiento del edificio central se encuentra en dos niveles ubicados en la planta baja y sótano del mismo, el cual sirve al Teatro Polivalente de 500 espectadores, posee un sistema de drenado para las aguas que lleguen a infiltrarse dentro del mismo, por lo que cumple con lo estipulado en el artículo 108 del RCDF.

Según el artículo 109 del RCDF:

"Los estacionamientos públicos tendrán carriles separados, debidamente señalados, para la entrada y salida de vehículos, con una anchura mínima del arroyo de dos metros cincuenta centímetros cada uno."

El estacionamiento presenta una puerta para entrada y una para salida con una dimensión de 8.00 m cada una con rejas que se abren hacia adentro según lo especificado en el artículo 109 del RCDF.

Según el artículo 110 del RCDF:

"Los estacionamientos tendrán áreas de espera techadas para la entrega o recepción de vehículos ubicados a cada lado de los carriles a que se refiere el artículo anterior, con una longitud mínima de seis metros y una anchura no menor de un metro veinte centímetros. El piso terminado estará elevado quince centímetros sobre la superficie de rodamiento de los vehículos. El Departamento establecerá otras condiciones según sea el caso, considerando la frecuencia de llegada de los vehículos, la ubicación del inmueble y sus condiciones particulares de funcionamiento."

Capítulo II. Análisis de la funcionalidad del proyecto

El estacionamiento cuenta con áreas de espera localizadas después de las puertas de acceso según características de dimensionamiento establecidas en el artículo 110 del RCDF.

Según el artículo 111 del RCDF:

"Los estacionamientos públicos tendrán una caseta de control anexa al área de espera para el público, situada a una distancia no menor de 4.50 m del alineamiento y con una superficie mínima de un metro cuadrado."

Dentro del estacionamiento se encuentra una caseta de control de acuerdo con las características del artículo 111 del RCDF.

Según el artículo 112 del RCDF:

"En los estacionamientos deberán existir protecciones adecuadas en rampas, colindancias, fachadas y elementos estructurales con dispositivos capaces de resistir los posibles impactos de los automóviles.

Las columnas y muros que limiten los carriles de circulación de vehículos deberán tener una banqueta de 15 cm de altura y 30 cm de anchura con los ángulos redondeados."

El estacionamiento cumple con dispositivos en rampas, colindancias y fachadas con banquetas de 15 cm de altura y 30 cm de espesor con ángulos redondeados para soportar los impactos de los coches según el artículo 112 del RCDF, aunque cabe decir que en los cajones que dan hacia un muro no existen topes o guarniciones para evitar que el coche quede pegado al muro, por lo que se invalida a veces la circulación del peatón.

Según el artículo 113 del RCDF:

"Las circulaciones para vehículos en estacionamientos deberán estar separadas de las de peatones.

Las rampas tendrán una pendiente máxima de 15%, con una anchura mínima en rectas, de 2.5 m y, en curvas, de 3.5 m. El radio mínimo en curvas, medido al eje de la rampa, será de siete metros cincuenta centímetros.

Las rampas estarán delimitadas por una guarnición con una altura de 15 cm, y una banqueta de protección con una anchura mínima de 30 cm en rectas y 50 cm en curva. En este último caso, deberá existir un pretil de 60 cm de altura por lo menos."

Las circulaciones de los coches se encuentran separadas de la de los peatones; las rampas son dos rectas, una para bajar al nivel inferior y otra para ascender al nivel de planta baja, estas rampas presentan una pendiente del 15 % con un ancho de 3.00 m

antiderrapantes con recesos al ascenso y descenso, dando hacia la circulación del estacionamiento y cumplen con las demás especificaciones del artículo 113 del RCDF.

Existe una rampa para que los coches lleguen al estacionamiento de aproximadamente 13.00 m antes del alineamiento para permitir una buena visibilidad sobre los peatones.

Según el artículo 114 del RCDF:

"Las circulaciones verticales para los usuarios y para el personal de los estacionamientos públicos estarán separadas entre sí y de las destinadas a los vehículos deberán ubicarse en lugares independientes de la zona de recepción y entrega de los vehículos y cumplirán lo dispuesto para escaleras en este Reglamento."

Las circulaciones entre los usuarios y personal del estacionamiento, están separadas entre sí y de las destinadas a los vehículos, según lo estipulado en el artículo 114 del RCDF.

II.4 Previsiones contra incendio

II.4.1 Clasificación de edificios según el riesgo

Según el artículo 117 del RCDF:

"Para efectos de esta sección, la tipología de edificaciones establecida en el artículo 5 de este Reglamento, se agrupa de la siguiente manera:

I. De riesgo menor son las edificaciones de hasta 25.00 m de altura, y hasta 250 ocupantes o más de 3 000 m³ y,

II. De riesgo mayor son las edificaciones de más de 25.00 m de altura o más de 250 ocupantes o más de 3 000 m³ y además, las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud, que manejen madera, pinturas, plásticos, algodón y combustibles o explosivos de cualquier tipo."

El teatro Polivalente de 500 espectadores será considerada como de riesgo mayor, debido a que tiene una altura mayor de 25.00 m, 500 ocupantes y 4 945.00 m².

II.4.2 Instalaciones y equipo contra incendio.

Por considerarse una edificación de riesgo mayor, el teatro Polivalente de 500 espectadores deberá de cumplir las siguientes normas:

Deberá tener una resistencia al fuego en tiempo según sus distintos elementos:

Elementos Constructivos	Resistencia mínima al fuego.
Elementos Estructurales (Columnas, vigas, travesaños, techos, etc.)	3
Escaleras y rampa	2
Puertas de comunicación a escaleras y rampas	2
Muros interiores divisorios	2
Muros exteriores y muros en circulaciones horizontales	2
Muros en fachadas	Material incombustible.

Todo esto según el artículo 118 del RCDF.

Según el artículo 119 del RCDF:

"Los elementos estructurales de acero de las edificaciones de riesgo mayor, deberán protegerse con elementos o recubrimientos de concreto, mampostería, yeso, cemento Portland con arena ligera, perlita, aplicaciones a base de fibras minerales, pinturas retardantes al fuego u otros materiales aislantes que apruebe el departamento, en los espesores necesarios para obtener los tiempos mínimos de resistencia al fuego"

De acuerdo al artículo 120 del RCDF:

"Los elementos estructurales de madera de las edificaciones de riesgo mayor, deberán protegerse por medio de aislantes o retardantes al fuego que sean capaces de garantizar los tiempos mínimos de resistencia al fuego"

7

Capítulo II. Análisis de la funcionalidad del proyecto

La estructura presenta pintura especial en las traveses y columnas principales, las puertas de acceso del vestíbulo a la sala poseen un barniz especial por lo que cumplen con los artículos 119 y 120 del RCDF.

Según el artículo 122 las edificaciones de riesgo mayor, deberán de cumplir con las de riesgo menor y demás instalaciones, equipos y medidas establecidos en el artículo 122 del RCDF.

De acuerdo al artículo 122 título I fracción a:

"Tanques o cisternas para almacenar agua en proporción a cinco litros por metro cuadrado construido reservada exclusivamente a surtir a la red interna para combatir incendios. La capacidad mínima para este efecto será de veinte mil litros."

1. Escuela Nacional de Teatro =	7 798.00 m ²
2. Escuela Nacional de Danza =	8 520.00 m ²
3. Edificio Central =	16 226.00 m ²
3.I Torre de Centros de Investigación y Admon. =	5 946.00 m ²
4. Escuela Nacional de Artes Plásticas =	5 803.00 m ²
5. <u>Teatro Polivalente de 500 espectadores</u> =	4 945.00 m ²
6. Conservatorio Nacional de Música =	8 105.00 m ²
7. Teatro Polivalente de 1000 espectadores =	10 810.00 m ²
8. Estacionamiento de 1005 cajones =	12 060.00 m ²
9. Multicinas =	4 232.00 m ²
	—————
Total =	84 445.00 m²

7

Capítulo II. Análisis de la funcionalidad del proyecto

De acuerdo al cálculo obtenido se tienen 84 445.00 m² construidos, considerando 5 l/m² construido se tendrá lo siguiente:

$$84\ 445.00 * 5 = 422\ 225\ l = 422.23\ m^3$$

Se tendrá que tener una cisterna de 422.23 m³ de capacidad.

El CNA cuenta con un sistema de red hidrante, exclusivamente contra incendio; se presenta una cisterna ubicada entre el Conservatorio de Música y la Escuela Nacional de Artes Plásticas de 20.00 m * 22.00 m de área y 3.00 m de profundidad.

Lo cual nos daría un volumen de la cisterna contra incendio 1 320.00 m³ de capacidad, por lo que sí se cumple con lo establecido en el RCDF.

Nota: Cabe decir que esta cisterna en realidad es de 20 * 22 * 6 m, lo cual nos da una capacidad de 2 640.00 m³ de volumen, pero la mitad se utilizó para el sistema de abastecimiento de agua potable del CNA, y la otra mitad calculada se utilizó para el sistema de protección contra incendios del CNA, aunque el único problema es que se utiliza agua potable para este fin. También presenta bombas con una presión de 4 kg/cm².

Equipo	Características
Bomba contra incendio con motor eléctrico marca Patterson	Gasto punto I = 31.55 lps Gasto punto II = 47.32 lps
Bomba contra incendio con motor Diesel marca Patterson	Gasto punto I = 31.55 lps Gasto punto II = 47.32 lps

Esta red alimenta exclusivamente al sistema contra incendio, dotada de tomas siamesas según características de las normas ubicadas a cada 60 a 90 m lineales en las fachadas tanto del Teatro Polivalente como de las demás escuelas y edificios del CNA, la tubería de la red hidrante es según especificaciones de las normas.

Dentro del teatro existen 4 mangueras a los lados de los pasillos a unos 2.50 m después de las entradas de los accesos, dos en la planta baja y otras dos en el nivel superior según características del reglamento y normas complementarias.

El teatro cuenta con un sistema de rociadores automáticos para evitar problemas de incendio según el artículo 122 del RCDF.

Capítulo II. Análisis de la funcionalidad del proyecto

Todo el sistema de red hidrante cumple de acuerdo con el artículo 122 del RCDF; además se presentan extinguidores en el vestíbulo u otros lugares específicos con la señalización y ubicación de fácil acceso, según lo establecido en el artículo 121 del RCDF.

Según el artículo 123 del RCDF:

"Los materiales utilizados en recubrimientos de muros, cortinas, lambrines, falsos plafones deberán cumplir con los índices de velocidad de propagación de fuego que establezcan las Normas Técnicas Complementarias."

Los materiales utilizados en el teatro Polivalente de 500 espectadores como recubrimientos de muros, falsos plafones y cortinas, cumplen con lo dispuesto en el artículo 123 del RCDF, aunque cabe decir, que en los muros del teatro, se utilizaron placas de madera para la acústica del mismo, estas placas se colocaron según lo establecido por el DRO y corresponsable en instalaciones, y se pidió permiso al Departamento, para poder utilizar las placas de madera dentro de la sala de espectáculos, cabe decir que estas placas se trataron por medio de una resina especial, para que se tenga una cierta resistencia al fuego, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 123 del RCDF.

Según el artículo 124 del RCDF:

*"Las edificaciones de más de dos niveles deberán contar, además de las instalaciones y dispositivos señalados en esta Sección, con sistemas de alarma contra incendio, visuales y sonoros independientes entre sí.
El funcionamiento de los sistemas de alarma contra incendio, deberá ser probado, por lo menos cada sesenta días naturales."*

El teatro Polivalente de 500 espectadores, así como todas las edificaciones del CNA, cuentan con un sistema de alarma contra incendio según las especificaciones del artículo 124 del RCDF y Normas Técnicas Complementarias. Cabe decir que este sistema, se prueba cada 60 días.

Según el artículo 125 del RCDF:

*"Durante las etapas de la construcción de cualquier obra, deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar incendios y, en su caso, para combatirlo mediante el equipo de extinción adecuado.
Esta protección deberá proporcionarse tanto al área ocupada por la obra en sí como a las colindancias, bodegas, almacenes y oficinas.
El equipo de extinción deberá ubicarse en lugares de fácil acceso, y se identificará mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles."*

Durante la construcción del teatro se cumplió con el artículo 125, aunque cabe decir que al personal, le hacía falta conocimiento para operar y manejar el equipo contra incendios.

Según el artículo 127 del RCDF:

"Los ductos de retorno de aire acondicionado estarán protegidos en su comunicación con los plafones que actúen como cámaras plenas, por medio de compuertas o persianas provistas de fusibles y construidas en forma tal que se cierren automáticamente bajo la acción de temperaturas superiores a 60°C."

Se colocaron ductos para instalaciones (aire acondicionado) en la azotea del edificio con compuertas de cierre automático así como registros según especificaciones del artículo 127 del RCDF.

Según el artículo 129 del RCDF:

"Se requerirá el Visto Bueno del Departamento para emplear recubrimientos decorados inflamables en las circulaciones generales y en las zonas de concentración de personas dentro de las edificaciones de riesgo mayor."

Los recubrimientos del teatro polivalente no son inflamables según el artículo 129 del RCDF.

Según el artículo 130 del RCDF:

"Los plafones y sus elementos en suspensión y sustentación se construirán exclusivamente con materiales cuya resistencia al fuego sea de una hora por lo menos."

Según el artículo 133 del RCDF:

"En los pavimentos de las áreas de circulaciones generales de edificios, se emplearán únicamente materiales a prueba de fuego, y se deberán instalar letreros prohibiendo la acumulación de elementos combustibles y cuerpos extraños en éstas."

En la sala del teatro Polivalente se encuentra una alfombra, esto podría traer un cierto problema, pero se pidió permiso al Departamento, por parte del DRO, ya que se demostró que esta alfombra, no propaga rápido el fuego.

Los plafones y demás elementos de suspensión, así como los pavimentos de circulación inferior, se diseñaron según el artículo 130 y 133 del RCDF, para que tengan una resistencia adecuada contra el fuego.

Según el artículo 134 del RCDF:

"Los edificios e inmuebles destinados a estacionamiento de vehículos deberán contar, además de las protecciones señaladas en esta sección, con areneros de doscientos litros de capacidad colocados a cada 10 m, en lugares accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación. Cada arenero deberá estar equipado con una pala.

No se permitirá el uso de materiales combustibles o inflamables en ninguna construcción o instalación de los estacionamientos."

El estacionamiento que utiliza el teatro ubicado en el edificio central, no utiliza materiales combustibles o inflamables, pero no cumple con los areneros, según el artículo 134 del RCDF, aunque cabe decir que posee un sistema contra incendios al igual que las demás edificaciones del CNA.

Según el artículo 135 del RCDF:

"Las casetas de proyección en edificaciones de entretenimiento tendrán su acceso y salida independientes de la sala de función; no tendrán comunicación con ésta; se ventilarán por medios artificiales y se construirán con materiales incombustibles."

Dentro del teatro, se encuentra una caseta de proyección para el manejo de luz, sonido y demás equipo durante el tiempo de la función, esta caseta tiene su acceso y salida independientes de la sala de función, no teniendo comunicación con ésta, tiene ventilación artificial y se construyó con materiales incombustibles según el artículo 135 del RCDF.

Según el artículo 136 del RCDF:

"El diseño, selección, ubicación e instalación de los sistemas contra incendio en edificaciones de riesgo mayor, según la clasificación del artículo 117, deberá estar avalada por un Corresponsable en instalaciones en el área de seguridad contra incendios de acuerdo con lo establecido en el artículo 47 de este Reglamento."

Finalmente, la ubicación e instalación de los sistemas contra incendio del teatro Polivalente, estuvo avalada por un corresponsable en instalaciones, según el artículo 136 del RCDF, cabe decir, que el corresponsable en instalaciones en el área de seguridad contra incendios, presentó la propuesta al Departamento, de utilizar una cisterna, tanto para agua potable, como para el sistema de prevención de incendios, esta propuesta fue aceptada por el Departamento.

II.5 Dispositivos de seguridad y protección

Según el artículo 141 del RCDF:

"Las edificaciones deberán estar equipadas con sistemas pararrayos en los casos y bajo las condiciones que se determinen en las Normas Técnicas Complementarias."

El teatro Polivalente está equipado con un sistema de pararrayos, independiente de las demás edificaciones alrededor de él, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 141 del RCDF y normas complementarias.

Según el artículo 142 del RCDF:

"Los vidrios ventanas, cristales y espejos de piso a techo, en cualquier edificación deberán contar con barandales y manguetas a una altura de 0.90 m del nivel del piso, diseñados de manera que impidan el paso de niños a través de ellos, o estar protegidos con elementos que impidan el choque del público contra ellos."

El teatro presenta dos niveles de vestíbulo, uno ubicado en la planta baja y otro en el nivel superior, las ventanas que se encuentran en el segundo nivel del vestíbulo, se encuentran a una cierta distancia del barandal, cumpliendo con el artículo 142 del RCDF.

El teatro cuenta con un cuarto de servicio médico según características del artículo 143 del RCDF.

II.6 Integración al contexto e imagen urbana

Según el artículo 145 del RCDF:

"Las edificaciones que se proyecten en zonas del patrimonio histórico, artístico o arqueológico de la Federación o del Distrito Federal, deberán..."

El CNA no se encuentra en una zona patrimonial o histórica, por lo que no se aplica el artículo 145 del RCDF.

II.6.1 Imagen urbana

Según el artículo 146 del RCDF:

"Las edificaciones que requieren licencia de uso del suelo, según lo que establece el artículo 53 de este Reglamento, deberán acompañar a la solicitud de licencia de uso del suelo, los estudios de imagen urbana."

Al realizar el requerimiento de Licencia de uso del suelo según artículo 53 del RCDF, se presentó un estudio de la imagen urbana de la zona, considerando que el terreno es bastante grande y que no perjudica la imagen urbana de construcciones aledañas, éste estudio se avaló por la firma de un Corresponsable en diseño urbano y arquitectónico, por lo que se cumple con lo estipulado en el artículo 146 del RCDF.

II.7 Proyección de sombras y uso de vidrios y materiales reflejantes

Según el artículo 148 del RCDF:

"Se permitirá el uso de vidrios y materiales reflejantes en las fachadas de las edificaciones siempre y cuando..."

El teatro Polivalente de 500 espectadores no presenta materiales reflejantes o vidrios en ninguno de sus lados o fachadas a la vía pública por lo que no tiene que aplicársele el artículo 148 del RCDF.

CAPITULO III

SEGURIDAD ESTRUCTURAL

III.1 Clasificación de la edificación de acuerdo al título VI, artículo 174 del RCDF

Según el artículo 174 del RCDF:

"Para los efectos de este Título las construcciones se clasifican en los siguientes grupos:

I. Grupo A. Edificaciones cuya falla estructural podría causar la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales excepcionalmente altas, o que constituyan un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, como: hospitales, escuelas, terminales de transporte, estaciones de bomberos, centrales eléctricas y de telecomunicaciones; estadios, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas; museos y edificios que alojen archivos y registros públicos de particular importancia, a juicio del Departamento;"

De acuerdo con el artículo 174 del RCDF, el teatro Polivalente estará considerado dentro de las edificaciones del tipo A, ya que alguna falla estructural podría causar la pérdida de un número elevado de personas.

III.2 Localización del predio según la zona geotécnica

En que zona del Distrito Federal se ubica el predio (hacer un mapa de la ciudad de México y ubicar el predio en la zona geotécnica que le corresponda.)

Según el artículo 175 del RCDF:

"Para fines de estas disposiciones, el Distrito Federal se considera dividido en las zonas I a III, dependiendo del tipo de suelo. Las características de cada zona y procedimientos para definir la zona que corresponde a cada predio se fijan en el Capítulo VII de este Título."

Según el artículo 219 del RCDF:

"Para fines de este Título, el Distrito Federal se divide en tres zonas con las siguientes características generales:

Zona I. Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre...

Zona II. Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limoarenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros, y

Zona III. Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas ...

La zona a que corresponda un predio se determinará a partir de las investigaciones que se realicen en el subsuelo del predio objeto de estudio, tal y como lo establezcan las Normas Técnicas Complementarias. En caso de edificaciones ligeras o medianas, cuyas características se definen en dichas Normas, podrá determinarse la zona mediante el mapa incluido en las mismas, si el predio está dentro de la porción zonificada; los predios ubicados a menos de 200 m de las fronteras entre dos de las zonas antes descritas se supondrán ubicados en la más desfavorable."

Considerando que el teatro Polivalente de 500 espectadores se encuentra clasificado dentro de las estructuras del tipo A, se tuvo que realizar estudios de mecánica de suelos para el subsuelo del predio en el que se iba a localizar la edificación de acuerdo a lo que establecen las normas técnicas complementarias.

De acuerdo a los estudios realizados de mecánica de suelos, se encontró que el tipo de suelo del CNA es arenolimoso y arcilloso, considerando los estudios realizados y el mapa de ubicación del predio se estableció que el suelo se encuentra especificado dentro de la zona II de transición.

III.3 Condiciones de regularidad de planta y alzado de la construcción

Analizar las condiciones de regularidad de la planta y alzado de la construcción (las condicionantes de regularidad se contemplan en las normas técnicas).

Según el artículo 176 del RCDF:

"El proyecto arquitectónico de una edificación deberá permitir una estructura eficiente para resistir las acciones que puedan afectar la estructura, con especial atención a efectos sísmicos.

El proyecto arquitectónico de preferencia permitirá una estructuración regular que cumpla con los requisitos que se establezcan en las Normas Técnicas Complementarias de Diseño Sísmico.

Las edificaciones que no cumplan con dichos requisitos de regularidad se diseñaran para condiciones sísmicas más severas, en la forma que se especifique en las Normas mencionadas."

Según el título 6° sobre las Condiciones de regularidad establecidas en las normas técnicas complementarias para diseño por sismo:

"Para que una estructura pueda considerarse regular debe satisfacer los siguientes requisitos:

1. *Su planta es sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales por lo que toca a masas, así como a muros y otros elementos resistentes.*
2. *La relación de su altura a la dimensión menor de su base no pasa de 2.5.*
3. *La relación de largo a ancho de la base no excede de 2.5.*
4. *En planta no tiene entrantes ni salientes cuya dimensión exceda de 20% de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección que se considera de la entrante o saliente.*
5. *En cada nivel tiene un sistema de techo o piso rígido resistente.*
6. *No tiene aberturas en sus sistemas de techo o piso cuya dimensión exceda de 20% de la dimensión en planta medida paralelamente a la dimensión que se considere de la abertura, las áreas huecas no ocasionan asimetrías significativas ni difieren en posición de un piso a otro y el área total de aberturas no excede en ningún nivel de 20% del área de la planta.*
7. *El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva que debe considerarse para diseño sísmico, no es mayor que el del piso inmediato inferior ni, excepción hecha del último nivel de la construcción, es menor que 70% de dicho peso.*
8. *Ningún piso tiene un área, delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales, mayor que la del piso inmediato inferior ni menor que 70% de ésta. Se exime de este último requisito únicamente al último piso de la construcción.*

9. *Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en dos direcciones ortogonales por diafragmas horizontales y por trabes o losas planas.*
10. *La rigidez al corte de ningún entrepiso excede en más de 100% a la del entrepiso inmediatamente inferior.*
11. *En ningún entrepiso la excentricidad torsional calculada estáticamente, e_x , excede del 10% de la dimensión en planta de ese entrepiso medida paralelamente a la excentricidad mencionada."*

Considerando las condiciones de regularidad del teatro Polivalente de 500 espectadores que contemplan las Normas Técnicas podemos considerar lo siguiente:

El teatro tiene una planta irregular, ya que no presenta un eje de simetría de cualquier punto en que se pueda dividir la estructura, por lo que no cumple con lo establecido en el inciso 1 del título VI de las normas técnicas complementarias, cabe decir que el corresponsable en seguridad estructural presentó un proyecto estructural en donde se analizaba la superestructura de acuerdo con un comportamiento que podría tener en caso de sismo, este proyecto se presentó al Departamento y este lo aprobó para su ejecución.

Por otra parte, sus columnas son circulares, sus trabes de perfil I simétricos y sus muros rectangulares, por lo que en esta cuestión sí se cumple con el inciso 1 del título VI de las normas técnicas complementarias.

La dimensión menor de la base del teatro es de 46.97 m y su altura en el punto mayor de su elevación es de 26.00 m, considerando esto, la relación de su altura con la base menor es de 0.55, comparada contra la establecida por las normas que es 2.5, por lo que cumple con lo estipulado en el inciso 2 del título VI de las normas técnicas complementarias.

La dimensión menor de la base del teatro es de 46.97 m y su base mayor es de 76.87 m, por lo que su relación de largo y ancho de la base es de 1.636, la cual no excede la estipulada por las normas de 2.5, por lo que cumple con lo estipulado en el inciso 3 del título VI de las normas técnicas complementarias.

La planta del teatro tiene una saliente en una de sus esquinas de 6.22 * 9.33 m, esta saliente es del 19.86% en el sentido donde tiene 9.33 m y del 33.786% en el sentido donde tiene 6.22 m, por lo que no cumple con lo estipulado en el inciso 4 del título VI de las normas complementarias.

El teatro posee un sistema de techo o piso rígido en cada uno de sus niveles, por lo que cumple con lo estipulado en el inciso 5 del título VI de las normas técnicas complementarias.

El teatro no presenta aberturas en ninguno de sus niveles, por lo que cumple con lo estipulado en el inciso 6 del título VI de las normas técnicas complementarias.

El peso de cada nivel del teatro considerando la carga viva y muerta no es mayor que la del piso inferior tomando también en cuenta el techo, por lo que cumple con lo estipulado en el inciso 7 del título VI de las normas técnicas complementarias.

Ningún piso de algún nivel del teatro tiene un área mayor que la del nivel inferior, por lo que cumple con el inciso 8 del título VI de las normas técnicas complementarias.

Las columnas y muros del teatro están restringidos en dos direcciones ortogonales, ya sea por traveses en el caso de columnas o por diafragmas horizontales y losas planas en los muros, por lo que se cumple con lo estipulado en el inciso 9 del título VI de las normas técnicas complementarias.

La rigidez al corte de ningún entrepiso del teatro, excede en más del 100% a la del entrepiso inferior, por lo que cumple con lo estipulado en el inciso 10 del título VI de las normas técnicas complementarias.

La excentricidad torsional calculada estáticamente de ningún entrepiso del teatro excede del 10% de la dimensión en planta de ese entrepiso medida paralelamente a la excentricidad mencionada, por lo que cumple con lo estipulado en el inciso 11 del título VI de las normas técnicas complementarias.

III.4 Tipo de concreto

¿Que clase de concreto se utilizó? y porqué.

De acuerdo con el título 1, inciso 1.4.1 de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto:

"El concreto empleado para fines estructurales puede ser de dos clases: clase 1, con peso volumétrico en estado fresco superior a 2.2 t/m³, y clase 2, con peso volumétrico en estado fresco comprendido entre 1.9 y 2.2 t/m³.

Para las obras clasificadas como del grupo A o B1, según se definen en el artículo 174 del Reglamento, se usará concreto de clase 1. El corresponsable en Seguridad Estructural podrá permitir el uso de concreto clase 2 para dichas obras, si demuestra que el comportamiento estructural será satisfactorio e incluye esta justificación en la memoria de cálculo."

El concreto utilizado en el teatro Polivalente de 500 espectadores por tratarse de una edificación del grupo A, utilizó un concreto de 2.5 t/m³ de peso volumétrico, por lo que se cumple con lo establecido en las normas técnicas complementarias.

El concreto utilizado en la construcción del teatro fue de olla, dosificado en planta, transportado a la obra, según las siguientes características:

Cemento Portland del tipo I que cumple con las especificaciones de la norma NOM C1, se utilizaron agregados pétreos angulosos de tipo basáltico y arenas limpias sin contenido de agua ni elementos que la contaminen, de acuerdo con la norma NOM C11, el agua fue limpia sin sustancias en solución o suspensión de acuerdo con la norma NOM C122, por lo que se cumple con las normas técnicas complementarias.

Según el inciso 1.4.1 del título 1 de las normas técnicas complementarias:

"Resistencia a compresión. Los concretos clase 1 tendrán una resistencia especificada, f_c igual o mayor que 250 kg/cm²."

El concreto utilizado en la obra es de clase 1 de 250 kg/cm², dosificado y elaborado en planta y cumple con los requisitos establecidos en el título 11, inciso 11.3 Concreto de las normas técnicas complementarias, por lo que cumple con lo estipulado en las mismas.

El f_c de diseño = f_c fue = $0.8 * 250 =$	200.00 kg/cm ² .
El f_t de resistencia a la tensión fue = $1.5\sqrt{(250)} =$	23.72 kg/cm ² .
El f_r de resistencia a tensión por flexión fue = $2\sqrt{(250)} =$	31.62 kg/cm ² .
El f'_t de diseño fue = $0.75 (23.72) =$	17.79 kg/cm ² .
El f''_t de diseño fue = $1.6\sqrt{(200)} =$	22.63 kg/cm ² .
El modulo de elasticidad fue = $14\ 000\sqrt{(250)} =$	221 359.44 kg/cm ² .
La contracción por secado fue de =	0.001
La deformación diferida fue de =	2.4

Por lo que se cumple con lo estipulado por las normas técnicas complementarias.

Este tipo de concreto se utilizó en el teatro Polivalente de 500 espectadores debido a estudios hechos por el corresponsable en seguridad estructural, quien definió que se podía utilizar un concreto de f_c de 250.00 kg/cm², y no se afectaba la seguridad de la estructura, por lo que no era necesario utilizar otro concreto más resistente y mas caro.

Nota: Cabe decir, que debido a los gastos que existieron en todo el proceso de ejecución, construcción y elaboración, se decidió hacer un estudio económico de todo el proyecto, para poder reducir los altos costos del CNA, esio pudo influenciar a desarrollar análisis utilizando un concreto de f_c de 250 kg/cm²

en el teatro Polivalente de 500 espectadores, ya que en la realidad se elevaron tanto los costos que hubo edificaciones que estaban contempladas en el proyecto y al final no se construyeron, (el teatro Polivalente de 1000 espectadores).

Se decidió utilizar concreto dosificado en planta, para tener un cierto aseguramiento de calidad en el mismo, ya que si este fuera realizado en obra no se tenía la confianza suficiente de que alcanzara los rangos de resistencia establecidos en el proyecto.

Se decidió utilizar un cemento Portland tipo I, por las necesidades de curar en obra, tomando en cuenta la temperatura y ambiente húmedo del CNA de acuerdo con el inciso 11.3.8 del título 11 de las normas técnicas complementarias.

11.3.8 Curado

El concreto debe mantenerse en un ambiente húmedo por lo menos durante siete días en el caso de cemento normal y tres días si se empleo cemento de resistencia rápida. Estos lapsos se aumentarían adecuadamente si la temperatura desciende a menos de 5 grados centígrados, en este caso también se observaría lo dispuesto en 11.3.6. Para acelerar la adquisición de resistencia y reducir el tiempo de curado con vapor a alta presión, vapor a presión atmosférica, calor o humedad o algún otro proceso que sea aceptado. El proceso de curado que se aplique debe producir concreto cuya durabilidad sea por lo menos equivalente a la obtenida con curado en ambiente húmedo.

11.3.6 Temperatura

Cuando la temperatura ambiente durante el colado o poco después sea inferior a 5 grados centígrados, se tomarán las precauciones especiales tendientes a contrarrestar el descenso en resistencia y el retardo en endurecimiento, y se verificará que estas características no hayan sido desfavorablemente afectadas.

Este concreto llevó un sistema de vibrado de acuerdo con las normas técnicas complementarias.

Se realizaron los procedimientos de colocación y compactación, así como el cuidado de las juntas de colado según las normas técnicas complementarias.

Se realizaron pruebas de resistencia a compresión en cilindros fabricados, curados y aprobados de acuerdo con las normas NOM C159 y NOM C83, en un laboratorio acreditado.

Nota: Cabe decir, que los elementos que se hicieron de concreto reforzado fueron las columnas, losas y cimentación, ya que las trabes son de acero.

III.5 Columnas

¿Cual sería la sección mínima de la columna más crítica si se hiciera la obra con el nuevo reglamento?

Según con el inciso 4.2.1 del título 4 de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto:

"La relación entre la dimensión transversal mayor de una columna y la menor no excederá de 4. La dimensión transversal menor será por lo menos igual a 20 cm. En su caso, se respetará la dimensión mínima prescrita en 5.3.1."

Considerando que la columna es zunchada, o sea de área circular, la dimensión mínima transversal será su diámetro.

En cuanto a la relación entre dimensiones transversales, esta no se aplica ya que en una circunferencia su diámetro será siempre el mismo.

Según el inciso 5.3 del título 5 de las normas técnicas complementarias:

*"Los requisitos de esta sección se aplican a miembros en los que la carga axial de diseño, P_u , sea mayor que $(A_g * f_c) / 10$."*

$$P_u = 1\,200.00 \text{ ton}$$

$$A_g = (\pi * D^2) / 4 = 11\,309.73 \text{ cm}^2$$

$$(A_g * f_c) / 10 = (11\,309.73 * 250) / 10 = 282.743 \text{ ton}$$

$$P_u > (A_g * f_c)$$

Por lo que se cumple con lo estipulado en el inciso 5.3 del título 5 de las normas técnicas complementarias.

Según el inciso 5.3.1. de las normas técnicas complementarias:

- *La dimensión transversal mínima no será menor que 30 cm.*
- *El área, A_g , no será menor que $P_u / 0.5 f_c$ para toda combinación de carga.*
- *La relación entre la menor dimensión transversal y la dimensión transversal perpendicular no debe ser menor que 0.4.*

- *La relación entre la altura libre y la menor dimensión transversal no excederá de 15 cm."*

Considerando que las columnas del teatro Polivalente de 500 espectadores son zunchadas, se considerará la dimensión transversal mínima al diámetro.

El teatro Polivalente tienen todas sus columnas de un diámetro de 1.20 m, por lo que cumple con lo estipulado en las normas técnicas complementarias.

Las columnas del teatro tiene un diámetro de 1.20 m = 120 cm, considerando esto obtenemos lo siguiente:

$$A_g = (\pi * D^2) / 4 = 11\,309.73 \text{ cm}^2$$

$$P_u / 0.5f_c = 1200\,000 / (0.5 * 250) = 9\,600$$

$$A_g > P_u / (0.5f_c)$$

Considerando la relación de carga última y el f_c de 250 kg/cm² se obtiene lo siguiente:

$$11\,309.73 = P_u / 0.5 f_c \quad P_u = 11\,309.73 * 0.5 * 250$$

$$P_u = 1\,413\,716.30 \text{ kg} = 1\,413.72 \text{ ton}$$

Considerando esta carga última que puede tomar la columna con la diseñada por el corresponsable en seguridad estructural para que la columna más crítica resista, que es de 1 200.00 ton, podemos concluir que se cumple con lo estipulado en las normas técnicas complementarias para diseño de estructuras de concreto.

En cuanto a la relación entre la mayor dimensión perpendicular, entre la menor dimensión, no se toma, ya que el diámetro es igual de cualquier lado, por lo que se cumple con lo estipulado en las normas técnicas complementarias.

Considerando la relación entre altura libre y la dimensión transversal se obtiene lo siguiente:

$$H / D = 15 \quad H = 15 * 1.20 = 18.00 \text{ m}$$

La longitud máxima de la columna será de 18.00 m, considerando la altura máxima que tienen las columnas del teatro Polivalente de 500 espectadores que es de 9.24 m, podemos decir que se cumple con lo establecido en las normas técnicas complementarias.

III.6 Clasificación de la estructura por viento

¿Qué clasificación tiene la estructura de acuerdo con las normas técnicas complementarias para diseño por viento?

Según el título 2 inciso 2.2 de las normas técnicas complementarias para diseño por viento:

"De acuerdo con la naturaleza de los principales efectos que el viento puede ocasionar en ellas, las estructuras se clasifican en cuatro:

Tipo 1. Comprende las estructuras poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento. Incluye las construcciones cerradas techadas con sistemas de cubierta rígidos; es decir, que sean capaces de resistir las cargas debidas a viento sin que varíe esencialmente su geometría. Se excluyen las construcciones en que la relación entre altura y dimensión menor en la planta es mayor a 5 o cuyo período natural de vibración excede de 2 seg. Se excluyen también las cubiertas flexibles, como las de tipo colgante, a menos que por la adopción de una geometría adecuada, la aplicación de preesfuerzo u otra medida, se logre limitar la respuesta estructural dinámica.

Tipo 2. Comprende las estructuras cuya esbeltez o dimensiones reducidas de su sección transversal las hace..."

El teatro Polivalente de 500 espectadores se puede considerar como una construcción cerrada y techada con sistemas de cubierta rígidos, además su relación entre altura y dimensión menor en la planta, es menor que 5, por lo que se puede considerar del tipo 1 según las normas técnicas complementarias para diseño por viento.

Según el título 2 inciso 2.3 de las normas técnicas complementarias para diseño por viento:

"Para el diseño de las estructuras tipo 1 bastará tener en cuenta los efectos estáticos del viento, calculados de acuerdo con el capítulo 3 de estas normas."

De acuerdo con el título 3 de las normas técnicas complementarias, la presión de diseño del teatro Polivalente de 500 espectadores, se determina de acuerdo a la siguiente expresión:

$$P = C_p C_z K P_o$$

$$P_o = 35 \text{ kg/cm}^2, \text{ por considerarse al teatro dentro del grupo A.}$$

$$K = 0.65, \text{ ya que casi todas las edificaciones del CNA tienen una altura mayor de 20 m, y se encuentran en un radio de 500 m.}$$

$$a = 3.3$$

$$C_z = \frac{(z/10)^{2/a}}{(26/10)^{2/3.6}}, \text{ ya que el teatro tiene en su punto de altura mayor más de 10 m.}$$

$$(26/10)^{2/3.6} = 1.70$$

$$P = 35 * 0.65 * 1.70 C_p = 38.675$$

Considerando que el techo del teatro Polivalente en el punto donde tiene 26 m es plano y cerrado, y que el viento le llegará con más fuerza a la estructura por la avenida Río Churubusco se considerará como del Caso I; de las tablas obtenemos lo siguiente:

- $C_{p1} = + 0.80$ pared de barlovento
- $C_{p2} = - 0.70$ pared lateral
- $C_{p3} = - 0.70$ pared lateral
- $C_{p4} = - 0.70$ techo plano
- $C_{p5} = - 0.50$ pared de sotavento

Considerando las paredes del Teatro de las Artes obtenemos la siguiente tabla:

Paredes	P en kg/m ²
1	$0.80 * 38.675 = 30.94$
2	$- 0.70 * 38.675 = - 27.073$
3	$- 0.70 * 38.675 = - 27.073$
4	$- 0.70 * 38.675 = -27.073$
5	$- 0.50 * 38.675 = - 19.34$

Se considera la presión mayor, posteriormente se calcula el empuje que tendrá sobre el muro de acuerdo con esa presión, con la siguiente fórmula:

$$E = (P * A) / H$$

Donde:

E = Empuje
P = Presión del viento
A = Area sobre el muro
H = Altura del edificio

$$E = (0.03094 \text{ ton/m} * 26 * 12.19) / 26 = 0.377 \text{ ton/m}$$

Se tendrá un empuje de 0.377 ton/m sobre la pared de 26.00 m de altura que dá a la avenida Río Churubusco, considerando que para el diseño de esta pared se estableció un empuje de 0.4 ton/m, podemos decir que sí se cumple con lo establecido en las normas técnicas complementarias de diseño por viento.

III.7 Coeficiente sísmico para el cálculo de la edificación

¿Cual es el coeficiente que debería aplicar el cálculo del edificio con el nuevo reglamento?

Según el artículo 206 del RCDF:

"El coeficiente sísmico, c, es el coeficiente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse actúa en la base de la edificación por efecto del sismo, entre el peso de ésta sobre dicho nivel.

Con este fin se tomará como base de la estructura el nivel a partir del cual sus desplazamientos con respecto al terreno circundante comienzan a ser significativos. Para calcular el peso total se tendrán en cuenta las cargas muertas y vivas que correspondan según los Capítulos IV V de este Título.

El coeficiente sísmico para las Edificaciones clasificadas como del grupo B en el artículo 174 se tomará igual a 0.16 en la zona I, 0.32 en la II y 0.40 en la III, a menos que se emplee el método simplificado de análisis, en cuyo caso se aplicarán los coeficientes que fijen las Normas Técnicas Complementarias, y a excepción de las zonas especiales en las que dichas Normas especifiquen otros valores de c. Para las estructuras del grupo A se incrementará el coeficiente sísmico en 50 por ciento."

Considerando que el CNA se encuentra en zona II, se utilizará un coeficiente de $c = 0.32$.

Tomando en cuenta que el teatro Polivalente de 500 espectadores está clasificado como una estructura dentro de grupo A, se tiene:

$$0.32 * 0.50 = 0.16 \quad 0.32 + 0.16 = 0.48$$

De acuerdo con el Reglamento se tendrá que utilizar un coeficiente sísmico $c = 0.48$.

III.8 Colindancias

Qué separación de colindancias debería tener el edificio aplicando el artículo 211 del nuevo reglamento.

Según el artículo 211 del RCDF:

"Toda edificación deberá separarse de sus linderos con los predios vecinos una distancia no menor de 5 cm ni menor que el desplazamiento horizontal calculado para el nivel de que se trate, aumentando en 0.001, 0.003 o 0.006 de la altura de dicho nivel sobre el terreno en las zonas I, II o III, respectivamente. El desplazamiento calculado será el que resulte del análisis con las fuerzas sísmicas reducidas según los criterios que fijan las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, multiplicado por el factor de comportamiento sísmico marcado por dichas Normas

En caso de que en un predio adyacente se encuentre una construcción que éste separada del lindero una distancia menor que la antes especificada, deberán tomarse precauciones para evitar daños por el posibles contacto entre las dos construcciones durante un sismo.

Si se emplea el método simplificado de análisis sísmico, la separación mencionada será, en ningún nivel, menor de 5 cm ni menor de la altura del nivel sobre el terreno multiplicada por 0.007, 0.009 o 0.012 según que la edificación se halle en las zonas I, II o III, respectivamente."

Considerando que el teatro Polivalente de 500 espectadores se encuentra en una zona II y la altura del edificio en su punto mayor es de 26.00 m, calculando el desplazamiento por el método simplificado, ya que la estructura se encuentra básicamente libre de marcos y lo que resiste es el sistema de traveses y columnas obtenemos lo siguiente:

$$0.009 * 26 = 0.234 \text{ m} = 23.40 \text{ cm}$$

El teatro Polivalente tiene una colindancia mucho mayor de 5 cm o 23.40 cm a cualquiera de sus fachadas con respecto a otro edificio, ya que en la fachada sur colinda con la Escuela Nacional de Artes Plásticas, pero existe un corredor y jardines entre los dos, y en su fachada oeste con la torre del edificio central, pero existe un área de jardines, por lo que cumple con lo estipulado en el artículo 211 del RCDF.

III.9 Tipo de cimentación y estudios de mecánica de suelos

Según el artículo 220 del RCDF:

"La investigación del subsuelo del sitio mediante exploración de campo y pruebas de laboratorio deberá ser suficiente para definir de manera confiable los parámetros de diseño de la cimentación, la variación de los mismos en la planta del predio y los procedimientos de edificación. Además, deberá ser tal que pueda definir:

- I. En la zona I...*
- II. En las zonas II y III del artículo mencionado en la fracción anterior, la existencia de restos arqueológicos, cimentaciones antiguas, grietas, variaciones fuertes de estratigrafía, historia de carga del predio o cualquier otro factor que pueda originar asentamientos diferenciales de importancia, de modo que todo ello pueda tomarse en cuenta en el diseño."*

Según el artículo 221 del RCDF:

"Deberán investigarse el tipo y las condiciones de cimentación de las Edificaciones colindantes en materia de estabilidad, hundimientos, emersiones, agrietamientos del suelo y desplomes, y tomarse en cuenta en el diseño y edificación de la cimentación en proyecto.

Asimismo, se investigarán la localización y las características de las obras subterráneas cercanas, existentes o proyectadas, pertenecientes a la red de transporte colectivo, de drenaje y de otros servicios públicos, con objeto de verificar que la edificación no cause daños a tales instalaciones ni sea afectada por ellas."

Según el artículo 222 del RCDF:

"En las zonas II y III señaladas en el artículo 219 de este Reglamento, se tomará en cuenta la evolución futura del proceso de hundimiento regional que afecta a gran parte del Distrito Federal y se preverán sus efectos a corto y largo plazo sobre el comportamiento de la cimentación en proyecto."

Según el título 2 inciso 2.2 de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones:

"Las investigaciones mínimas de subsuelo a realizar para cumplimiento del artículo 220 del Reglamento serán las que se indican en la tabla I. No obstante la observación del número y tipo de investigaciones indicadas en esta tabla no liberará al responsable de obra de la obligación de realizar todos los estudios adicionales necesarios para definir adecuadamente las condiciones del subsuelo. Las investigaciones requeridas en el caso de problemas especiales serán generalmente muy superiores a los indicados en la tabla I."

Según la tabla I sobre requisitos mínimos para la investigación del subsuelo:

Tabla I

B. Construcciones pesadas, extensas o con excavaciones profundas

Son de esta categoría las edificaciones que tienen al menos una de las siguientes características:

*Peso unitario medio de la estructura $w > 5 \text{ t/m}^3$
Perímetro de la construcción $P > 80 \text{ m}$ en las zonas I y II, o $P > 120 \text{ m}$ en la zona III.
Profundidad de desplante $D_f = 2.5 \text{ m}$.*

Zona II.

- 1. Inspección superficial detallada después de limpieza y despalme del predio para detección de rellenos sueltos y grietas.*
- 2. Sondeos con recuperación de muestras inalteradas para determinar la estratigrafía y propiedades índice y mecánicas de los materiales del subsuelo y definir la profundidad de desplante. Los sondeos permitirán obtener un perfil estratigráfico continuo con la clasificación de los materiales encontrados y su contenido de agua. Además, se obtendrán muestras inalteradas de los estratos que puedan afectar el comportamiento de la cimentación. Los sondeos deberán realizarse en número suficiente para verificar si el subsuelo del predio es homogéneo o definir sus variaciones del área estudiada.*
- 3. En caso de cimentaciones profundas, investigación de la tendencia de los movimientos del subsuelo debidos a consolidación regional y determinación de las condiciones de presión del agua en el subsuelo, incluyendo detección de mantos acuíferos colgados arriba del nivel máximo de excavación."*

Previo a la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores se realizó un estudio de mecánica de suelos en cada una de las edificaciones del CNA, para determinar la cimentación que se utilizaría en cada una de estas.

El teatro de acuerdo a sus especificaciones:

Profundidad en el punto mayor de desplante = 4.99 m

Perímetro de la construcción = 232.39 m

Se considera del tipo B (construcciones pesadas, extensas o con excavaciones profundas), de acuerdo con la tabla I de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones.

De acuerdo a esta clasificación, se desarrollaron las pruebas correspondientes a la zona II que establece las normas técnicas complementarias en la tabla I.

Se realizaron sondeos y pozos a cielo abierto según el número establecido en el Reglamento y por el responsable del estudio de mecánica de suelos, de estos sondeos se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas. Posteriormente se pasó a estudios de laboratorio para determinar el tipo de material, contenido de humedad del material, límite plástico, límite líquido, capacidad de carga, etc. Todas estas pruebas de acuerdo con las normas técnicas complementarias.

De acuerdo a estas pruebas se consideró que el tipo de suelo que se encuentra debajo del teatro Polivalente es arenolimoso, con un cierto contenido de agua y cierta capacidad de carga establecidos en el estudio de mecánica de suelos.

En base a los parámetros obtenidos, se estableció el diseño de la cimentación y los procedimientos de edificación, según el tipo de terreno que se obtuvo en la zona de desplante del teatro.

El diseño de la cimentación, se estableció también de acuerdo al peso unitario de la estructura tomado en t/m^2 .

Para la cimentación del teatro Polivalente de 500 espectadores se estableció utilizar un sistema de cajones compuestos por una losa de cimentación, en cuyo cajón de cimentación con mayor profundidad se tenían 4.99 m de profundidad y en el menor 2.78 m de profundidad, estos cajones están unidos por una losa de cimentación para que trabajen en conjunto como un solo elemento en caso de sismos. Este sistema se construyó utilizando muros de concreto reforzado con un concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y para firmes y dalas de 150 kg/cm^2 , el acero utilizado es de un $f_y = 4\ 200 \text{ kg/cm}^2$ utilizando varillas de los números 3, 4, 5, 6, 8 y 10.

Los anclajes y traslapes fueron de 40 diámetros, excepto donde se especificaba en el plano, los estribos se doblaron según especificaciones y la longitud de desarrollo se estableció de acuerdo a las normas técnicas complementarias para diseño de estructuras de concreto.

Durante el estudio de mecánica de suelos del terreno de desplante del teatro, se definió que en el terreno no habían cimentaciones antiguas, ni existencia de restos arqueológicos, variaciones fuertes de estratigrafía o algún otro factor que pudiera originar asentamientos diferenciales de importancia, por lo que se cumplió con lo estipulado en el artículo 220 del RCDF.

Nota: Durante los estudios de mecánica de suelos, se encontraron restos de cimentaciones, pero en la zona de la Escuela Nacional de Teatro y Edificio Central, ya que en esta se encontraba antes la Cineteca Nacional, también se encontraron restos de cimentación en la zona de los multicinemas y el estacionamiento de 1005 cajones, ya que en ella se encontraba la cimentación del demolido cinema Pedro Armendariz, pero en la zona del teatro Polivalente de 500 espectadores no se encontró ningún indicio de los puntos establecidos en el artículo 220 del RCDF.

Durante el estudio de mecánica de suelos del teatro Polivalente de 500 espectadores, se estudio las condiciones que iba a tener la cimentación en cuanto a las edificaciones colindantes a este, pero debido a la distancia en que se encuentran, se estableció que la cimentación no afectaba a las cimentaciones de las edificaciones colindantes al teatro. También se estudiaron las obras cercanas al CNA, como el drenaje y demás tuberías de instalación que pasan sobre la avenida Río Churubusco, y se llegó a la conclusión que estas no sufrían daños por las cimentaciones que se fueran a utilizar en las edificaciones del CNA, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 221 del RCDF.

De acuerdo con la cimentación del teatro Polivalente de 500 espectadores, se estableció los efectos de hundimiento a corto plazo que se tendrían en la cimentación, de acuerdo con el proceso de hundimiento regional de la zona en que se ubica el teatro, se colocaron bancos de nivel en distintas partes del CNA, para establecer el proceso de hundimiento de la zona, para considerar el posible hundimiento que se podría tener en el teatro según lo establecido en el artículo 222 del RCDF.

Nota: Cabe decir que la cimentación que se utilizó en el teatro Polivalente no es simétrica, ya que se hizo en forma escalonada para evitar fricciones en la cimentación, ya que se calculó que se iba a hundir más en los extremos (donde existe más peso), que en el centro (existe menos peso y podría emerger), aunque se crea un problema al tener una cimentación no simétrica

cuando se llegue a tener un sismo, ya que al no ser simétrica la cimentación su comportamiento puede variar al esperado.

III.10 Refuerzo por fuerza cortante en la viga

¿Como se dispondrá el esfuerzo que se usará en el claro de una viga, cuando se tiene que reforzar por fuerza cortante?

Considerando que las vigas del teatro Polivalente de 500 espectadores son de acero, estas se tendrán que revisar por fuerza cortante según las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras metálicas.

Según el inciso 4.5.6. de las normas técnicas complementarias:

"Si h/t no es mayor de $3\ 600/\sqrt{f}$, y la fuerza cortante que obra sobre la trabe no es mayor que su resistencia dada por la ecuación 3.3.21 ($V_R = V_N F_R$), caso a o b, inciso 3.3.3, no se necesita reforzar el alma, excepto en las secciones en que reciba fuerzas exteriores concentradas y se requieran atiesadores de acuerdo con 4.5.5 ."

De acuerdo con las vigas tipo I, que se utilizaron en la construcción del teatro Polivalente, podemos considerarlos en la siguiente tabla en donde se ilustran todas las vigas tipo I utilizadas en el teatro y su relación h/t :

Tipo de viga I, según especificaciones de la tabla en el plano estructural de vigas.	Relación h/t .
T - 1	$110 / 1.27 = 86.614$
T - 2	$110 / 1.90 = 57.895$
T - 3	$180 / 1.27 = 141.732$
T - 4	$130 / 0.95 = 136.842$
T - 5	$110 / 1.27 = 86.614$
T - 6	$30.3 / 0.75 = 40.40$
T - 7	$110 / 0.95 = 115.789$
T - 8	$30.3 / 0.50 = 60.60$

Considerando la relación, se tiene que $3\ 600 / \sqrt{(4\ 200)} = 55.549$, habrá que colocar atiesadores en todas las traves de perfil I excepto en la T - 6.

Posteriormente se tendrá que analizar si la viga tendrá una falla por pandeo del alma o por tensión diagonal.

Considerando la relación siguiente en donde k se considerará antes del diseño como de 5 para poder establecer si se encuentra dentro del rango de la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} 1\ 600\sqrt{(k/f_y)} < h/t < 2\ 000\ \sqrt{(k/f_y)} & 1\ 400\sqrt{(k/f_y)} > h/t \\ 1\ 400\sqrt{(5/4\ 200)} = 48.305 & \\ 1\ 600\sqrt{(5/4\ 200)} = 55.205 & \\ 2\ 000\sqrt{(5/4\ 200)} = 69.006 & \end{aligned}$$

Según el inciso 3.3.3 de las normas técnicas complementarias se obtiene lo siguiente:

Cuando la relación h/t es menor que 48.305 se considera que el alma falla por cortante en el intervalo de endurecimiento por deformación.

Cuando la relación h/t es menor que 55.205 se considera que la falla es por plastificación del alma cortante.

Cuando la relación h/t es mayor que 55.205 pero menor que 69.006 se considera que la falla es por iniciación del pandeo del alma y/o por tensión diagonal, y se calcula con las expresiones 3.3.24 y 3.3.25.

Cuando la relación h/t es mayor 69.006 se considera que la falla es por iniciación de pandeo o por tensión diagonal.

En el análisis de las traveses del teatro todas estas se analizarán como que la falla es por iniciación de pandeo o tensión diagonal, calculando sus atiesadores de acuerdo con la formula 3.3.26 y 3.3.27, a excepción del perfil t - 6 el cual no necesitara atiesadores y el perfil T - 2 el cual se considerara que falla al igual que los demás perfiles pero se analizará de acuerdo con las formulas 3.3.24 y 3.3.25.

3.3.24 Estado límite de iniciación del pandeo del alma

$$V_N = \frac{922\sqrt{(F_y K)}}{h/t} A_w$$

3.3.25 Estado límite de falla por tensión diagonal

$$V_N = \left(\frac{922\sqrt{F_y K}}{h/t} \left(1 - \frac{0.870}{\sqrt{1+(a/h^2)}} \right) + \frac{0.50 F_y}{\sqrt{1+(a/h^2)}} \right) A_n$$

3.3.26 Estado límite del pandeo del alma

$$V_N = \frac{1845\ 000\ K}{(h/t)^2} A_n$$

3.3.27

$$V_N = \left(\frac{1845\ 000\ K}{h/t} \left(1 - \frac{0.870}{\sqrt{1+(a/h^2)}} \right) + \frac{0.50 F_y}{\sqrt{1+(a/h^2)}} \right) A_n$$

De acuerdo con el inciso 3.3.3 de las normas técnicas complementarias:

"Para poder tomar como estado límite de falla por tensión diagonal (ecuaciones 3.3.25 y 3.3.27) la sección debe tener una sola alma (secciones I laminadas o formilas por placas) y estar reforzada con atiesadores transversales, diseñados de acuerdo al inciso 4.5.7."

La separación entre los atiesadores será tal que la fuerza de cortante de diseño en el alma, no sobrepase su resistencia de diseño, calculada con las ecuaciones de 3.3.24 a 3.3.27.

Si la relación de a/h es mayor que 3.00 o que $((260)/(h/t))^2$ no se permite que se forme campo de tensión diagonal, y la resistencia nominal se calcula con la ecuación 3.3.24 o 3.3.26.

Los atiesadores intermedios pueden colocarse por pares, a uno y otro lado del alma, o pueden alternarse en lados opuestos de la misma. Las dimensiones de la sección transversal de los atiesadores intermedios deben ser tales, que cumplan con lo estipulado en el inciso 4.5.7. de las normas técnicas complementarias.

No se consideró el inciso 4.5.5 de las normas técnicas complementarias, ya que las cargas a las que se van a encontrar sometidas las vigas en el teatro Polivalente de 500 espectadores son distribuidas.

El teatro Polivalente presenta claros muy largos para las dimensiones de las vigas, por lo que se pudieron escoger perfiles más robustos para evitar tener que hacer el cálculo de la fuerza cortante, el responsable en seguridad estructural realizó un estudio económico y se encontró que era mejor utilizar atiesadores a lo largo de las vigas, ya que el conseguir perfiles más robustos hubiera encarecido el costo de la obra.

Debido a esto, se decidió colocar atiesadores a lo largo de las vigas para disminuir el esfuerzo cortante en las mismas, el responsable en seguridad estructural estableció las distancias en los claros de las vigas en los que se deberían de colocar atiesadores según cálculos establecidos en las normas técnicas complementarias.

En todas las vigas se colocaron atiesadores arriba de las columnas, según cálculos establecidos por el responsable de seguridad estructural; se colocaron tres atiesadores arriba de cada columna, excepto en los extremos en los que se colocaban cuatro.

En las vigas de sección I T - 3 y T - 2, las cuales tienen un claro de 19.70 m, se decidió colocar atiesadores a cada 6.56 m, cabe decir que en las trabes perfil I tipo T - 1, no se colocaron atiesadores, ya que estas son en forma de arco, y según el responsable en seguridad estructural, se reparten mejor las cargas que en trabes rectas y no hacia falta colocar atiesadores.

Por lo que se cumple con lo estipulado en las normas técnicas complementarias.

III.11 Dobles de refuerzo en las vigas o columnas

Según el inciso 3.8 del título 3 de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto:

"El radio interior de un doblez no será menor que $f_y / 60 \sqrt{f'_c}$ por el diámetro de la barra doblada, a menos que dicha barra quede doblada alrededor de otra de diámetro no menor que el de ella, o se confine adecuadamente el concreto, por ejemplo mediante refuerzo perpendicular al plano de la barra. Además, el radio de doblez no será menor que el que marca la respectiva norma NOM, de las indicadas en 1.4.2, para la prueba de doblado. en la expresión anterior f_y y f'_c deben estar en kg/cm^2 .

En todo doblez o cambio de dirección del acero longitudinal debe colocarse refuerzo transversal capaz de equilibrar la resultante de las tensiones o compresiones desarrolladas en las barras, a menos que el concreto en sí sea capaz de ello."

Capítulo III. Análisis de seguridad estructural

Considerando que el acero utilizado en las columnas, muros y losas fue de un $f_y = 4\ 200.00\text{ kg/cm}^2$, y el concreto f'_c fue de 250 kg/cm^2 . Podemos calcular el termino de la fórmula del inciso 3.8 el cual nos dará lo siguiente:

$$4\ 200 / (60 * \sqrt{250}) = 4.427, \text{ el cual será el factor que se multiplique por la barra.}$$

Considerando las barras utilizadas en el concreto de refuerzo del teatro Polivalente de 500 espectadores, podemos obtener lo siguiente.

Numero de barra	Diámetro de la barra en cm	Cálculo	Total del mínimo del dobléz en cm
3	0.95	$4.427 * 0.95$	4.206
4	1.27	$4.427 * 1.27$	5.622
5	1.59	$4.427 * 1.59$	7.039
6	1.90	$4.427 * 1.90$	8.411
8	2.54	$4.427 * 2.54$	11.245
10	3.18	$4.427 * 3.18$	14.078

Considerando estos valores obtenidos en el cálculo, con los dobleces reales en la obra, obtenemos la siguiente tabla:

Dobléz calculado en cm	Dobléz real en obra en cm	Cumple con lo establecido en las normas.
4.206	6	si
5.622	8	si
7.039	9	si
8.411	11	si
11.245	15	si
14.078	27	si

Por lo que podemos decir que sí cumple con lo estipulado en el inciso 3.8 del título 3 de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto.

Nota: Cabe decir, que los datos sobre dobleces reales en la obra, se obtuvieron de la tabla sobre detalles de refuerzo que se encuentra en el plano de la cimentación del teatro Polivalente de 500 espectadores, algunos de estos datos no se pueden leer bien por lo que se decidió transportarlos a la tabla anterior, para facilitar el análisis.

III.12 Anclaje en columnas y trabes

¿Cual es el anclaje que debe desarrollarse en trabes y columnas?

En el teatro Polivalente las trabes son de acero, por lo que no se contempla el punto de anclaje, en cuanto a las columnas estas deben de cumplir una serie de requisitos establecidos en el título 3 inciso 3.1.

Considerando el anclaje necesario en columnas se debe cumplir que se cumpla con lo establecido en la norma 4.2.3 del título 4 de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto:

"Cuando seis o más varillas estén repartidas uniformemente sobre una circunferencia, se pueden usar anillos circulares rematados como se especifica en la norma 3.1.3 o con suficiente traslape para desarrollar su esfuerzo de fluencia; también pueden usarse zunchos cuyos traslapes y anclajes cumplan con los requisitos de la norma 4.2.4."

El refuerzo de las columnas zunchadas, se hizo en forma de hélice continua de paso constante a través de la longitud de la columna con varilla del No. 3.

El acero de la hélice que se utilizo fue de grado 42.

El claro libre entre dos vueltas no fue menor que una vez y media el tamaño mínimo del agregado ni mayor de 7 cm, en la obra se utilizó un agregado de 1.5 cm.

1.5 veces el tamaño máximo del agregado $< S_2 < 7.00$ cm
 $2.25 < S_2 < 7.00$

En las columnas del teatro se utilizó una separación de 5.00 cm.

Para el calculo de I_c referido a la zona confinada de la columna esta no debe ser menor al D, H/6 y 60 cm.

$D = 1.20$ m $9.24/6 = 1.54$ m 0.60 m

Se considerará el mayor, por lo que se tomará 1.54 como mínimo, el utilizado en las columnas fue de 1.70 m.

Los traslapes de las columnas del teatro tuvieron una vuelta y media.

Las hélices se anclaron en los extremos de la columna mediante dos vueltas y media.

Se utilizó un recubrimiento de 2.00 cm

Por lo que se cumple con lo establecido en el inciso 4.2.4 de las normas técnicas complementarias en cuanto al anclaje de las columnas.

Cabe decir, que las trabes se apoyan en las columnas de concreto reforzado por medio de unos postes los cuales se atornillaban a la viga, estos postes se anclaban en las columnas de concreto reforzado con varilla de 1" y una longitud de desarrollo de 150 cm, donde se remataban a 90 grados.

En cuanto al espesor de desgaste, la norma 3.2 del título 3 dice lo siguiente:

"En superficies expuestas a abrasión, tal como la que proviene del tránsito intenso, no se tomará como parte de la sección resistente el espesor que pueda desgastarse. A éste se asignará una dimensión no menor que 1.50 cm, salvo que la superficie expuesta se endurezca con algún tratamiento."

Considerando las columnas del teatro Polivalente de 500 espectadores, las cuales pueden llegar a tener un desgaste por el tránsito que pasa sobre la avenida Río Churubusco, se les colocó un recubrimiento de acero por medio de un zuncho que cubre el área expuesta de la columna, este zuncho fue de 0.50 cm de espesor y se le aplicó pintura para evitar que el acero se corroa, por lo que se cumple con lo estipulado en las normas técnicas complementarias.

III.13 Peraltes mínimos en losas planas

¿Cuales son los peraltes mínimos para las losas planas y como se calculan?

En el teatro Polivalente de 500 espectadores, se estableció por medio del corresponsable estructural, el utilizar vigas en forma de armadura (Joist) para soportar el peso del techo, estas vigas se colocaron a cada 1.16 m de claro a claro de las vigas principales en la primera sección donde se utilizaron trabes T -2, en la segunda parte se decidió colocar vigas en forma de arco con una cumbrera al centro para recibir los esfuerzos

y vigas Joist tipo armadura a cada 1.16 m de viga a viga, las vigas utilizadas en esta parte fueron en forma de arco con sección T - 1, finalmente en la zona del escenario, se colocaron estas vigas Joist a 1.40 m entre vigas donde se utilizaron traveses de sección T -7 y T-5, por lo que no se utilizaron losas planas en el tejado.

En la sección de camerinos, se utilizó una parte con este sistema de conectar losas tipo armadura Joist, pero también se utilizaron losas planas macizas.

El cálculo de estas losas planas macizas fue de acuerdo con el inciso 6.11 del título 6 de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto.

Se consideró de las losas de la sección de camerinos, una escogida a criterio del diseñador de 13.00 cm de espesor y de 3.10 * 13.20 m de área, con varillas del número 3.

De acuerdo con la formula se obtiene que:

$$k L (1-2c / 3L)$$

Se supone sin ábacos, ya que la losa no tiene presencia de columnas sino que se encuentra soportada por muros.

$$k = 0.00075 \sqrt{f_c} w \geq 0.025 \quad \text{De acuerdo con las normas } f_c \text{ puede suponerse igual } 0.6 f_y, \text{ y } w \text{ para la carga de la losa es de } 17.5 \text{ ton/m}^2$$

$$k = 0.00075 \sqrt{0.60} * 42\,000\,000 \text{ kg/m}^2 * 17\,500 \text{ kg/m}^2 = 0.611$$

$$d = 0.611 * 13.20 ((1 - 2 * 0.25) / (3 * 13.20)) = 0.1018 \text{ m}$$

Por lo tanto el peralte mínimo de la losa será de 10.18 m, aunque según el inciso 6.11 dice que en ningún caso el espesor de la losa, h, será menor de 10 cm, si existe ábaco o menor de 13.00 cm si no existe, considerando que no existe ábaco por esta norma se tomará un peralte mínimo de la losa de 13.00 cm, comparándola con la real vemos que esta tiene exactamente 13.00 cm, por lo que se cumple con lo establecido en las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto.

III.14 Aberturas en losas

¿En caso de haber aberturas en losas, cómo deben determinarse éstas?

Según el inciso 6.13 del título 6 de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto:

"Se admiten aberturas de cualquier tamaño en la intersección de dos franjas centrales, a condición de que se mantenga, en cada dirección, el refuerzo total que se requeriría si no hubiera la abertura.

En la intersección de dos franjas de columna, las aberturas no deben interrumpir más de un octavo del ancho de cada una de dichas franjas. En los lados de las aberturas deben suministrarse el refuerzo que correspondiera al ancho que se interrumpió en cada dirección.

En la intersección de una franja de columna y una franja central, las aberturas no deben interrumpir más de un cuarto del ancho de cada una de dichas franjas. En los lados de las aberturas debe suministrarse el refuerzo que correspondiera al ancho que se interrumpió en cada dirección.

Deben cumplirse los requisitos para fuerza cortante de 2.1.5h y si se revisará que no exceda la cuantía máxima de acero de tensión de 2.1.2h calculada con el ancho que resulte descontando las aberturas."

En el teatro Polivalente existen aberturas en las losas planas de la sección de camerinos, en el techo existen dos aberturas para el aire acondicionado, estas aberturas se hicieron en los espacios entre los cuales se conectan las vigas Joist tipo armadura, que son las que sostienen la losa del techo junto con las trabes tipo T, estas aberturas son de alrededor de 30 cm. * 30 cm y se realizaron según especificaciones de las normas técnicas complementarias, por lo que se cumple con lo establecido por las normas técnicas complementarias de diseño y construcción de estructuras de concreto.

III.15 Paquetes de barras

¿Como pueden agruparse las barras longitudinales, cuando se hacen paquetes de ellas?

Según el inciso 3.7 del título 3 de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto.

"Las barras longitudinales pueden agruparse formando paquetes con un máximo de dos barras cada uno en columnas y de tres en vigas, con la salvedad expresada en 5.2.2. La sección donde se corte una barra de un paquete en el claro de una viga, no distará de la sección de corte de otra barra menos de 40 veces el diámetro de la más gruesa de las dos. Los paquetes se usarán sólo cuando queden alojados en un ángulo de los estribos. Para determinar la separación mínima entre paquetes, cada uno se tratará como una barra simple de igual área transversal que la del paquete. Para calcular la separación del refuerzo transversal, rige el diámetro de la barra más delgada del paquete. Los paquetes de barras deben amarrarse firmemente con alambre."

5.2.2 Refuerzo longitudinal

"En toda sección se dispondrá de refuerzo tanto en el lecho inferior como en el superior. En cada lecho el área de refuerzo no será menor que:

$$0.7 \sqrt{f_c} b d / f_y$$

y constará por lo menos de dos barras corridas de 12.7 mm de diámetro (Núm. 4). El área de acero no excederá del 75 % de la correspondiente a la falla balanceada de la sección.

El momento resistente positivo en la unión con un nudo no será menor que la mitad del momento resistente negativo que se suministre en esa sección. En ninguna sección a lo largo del miembro el momento resistente negativo, ni el resistente positivo, serán menores que la cuarta parte del máximo momento resistente que se tenga en los extremos.

En las barras para flexión se permiten traslapes sólo si en la longitud del traslape se suministra refuerzo transversal de confinamiento (refuerzo helicoidal o estribos cerrados); el paso o la separación de este refuerzo no será mayor que 0.25 d, ni que 10 cm. Las uniones por traslape no se permitirán en los casos siguientes: a) dentro de los nudos, b) en una distancia de dos veces el peralte del miembro medida desde el paño del nudo, y c) en aquellas zonas donde el análisis indique que se formarán articulaciones plásticas.

Con el refuerzo longitudinal pueden formarse paquetes de dos barras cada uno." Se permiten uniones soldadas o con dispositivos mecánicos, que cumplan con los requisitos de 3.9, a condición de que en toda sección de unión cuando mucho se unan barras alternadas y que las uniones de barras adyacentes no disten entre sí menos de 60 cm en la dirección longitudinal del miembro.

3.9. Uniones de barras

"Las barras de refuerzo pueden unirse mediante traslapes o estableciendo continuidad por medio de soldadura o dispositivos mecánicos. Las especificaciones y detalles dimensionales de las uniones deben mostrarse en los planos. Toda unión soldada o con dispositivo mecánico debe ser capaz de transferir por lo menos 1.25 veces la fluencia de tensión de las barras, sin necesidad de extender la resistencia máxima de éstas."

El teatro Polivalente tiene columnas de concreto reforzado y trabes o vigas de acero, por lo que el inciso 3.7 solo puede aplicarse en este caso a las columnas, considerando que las columnas son zunchadas, o sea de área circular, no se utilizaron paquetes de barras, ya que estos solo pueden ser utilizados cuando queden alojados en un ángulo de los estribos, y al ser circular el área no se forman estos ángulos reglamentarios para poder utilizar paquetes de barras, por lo que se cumple con lo establecido en las normas técnicas complementarias de diseño y construcción de estructuras de concreto.

CAPITULO IV

ANALISIS DE LAS INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

IV.1 Instalaciones Hidráulicas y sanitarias

IV.1.2 Cisternas

Determinar si el edificio requeriría cisterna, cual sería la capacidad de almacenamiento y que condiciones debe cumplir.

De acuerdo con el artículo 150 del RCDF:

"Los conjuntos habitacionales, las edificaciones de cinco niveles o más y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a diez metros de columna de agua, deberán contar con cisternas calculadas para almacenar dos veces la demanda mínima diaria de agua potable de la edificación y equipadas con sistema de bombeo.

Las cisternas deberán ser completamente impermeables, tener registros con cierre hermético y sanitario y ubicarse a tres metros cuando menos, de cualquier tubería permeable de aguas negras."

Considerando el CNA podemos concluir que necesitará de cisternas, por el dimensionamiento de sus edificios y área.

Capítulo IV. Análisis de las instalaciones hidráulicas y sanitarias

Analizando la demanda mínima diaria por edificio del CNA, tenemos lo siguiente:

Edificio	Dotación	Cálculo	Total (l/día)
Escuela Nacional de Teatro	25 l/alumno/turno 100 l/trab/día	$25 * 500 * 2 = 25\ 000$ l/día $35 * 100 = 3\ 500$ l/día	28 500
Escuela Nacional de Danza	25 l/alumno/turno 100 l/trab/día	$25 * 250 * 2 = 12\ 500$ l/día $30 * 100 = 3\ 000$ l/día	15 500
Edificio Central	20 l/m ² * día	$20 * 9\ 302 = 186\ 040$ l/día	186 040
Torre	20 l/m ² * día	$20 * 5\ 946 = 118\ 920$ l/día	118 920
Estacionamiento del Edificio Central	2 l/m ² * día	$2 * 6\ 924 = 13\ 848$ l/día	13 848
Teatro Polivalente de 500 espectadores	6 l/asiento/día 100 l/trab/día	$6 * 500 = 3\ 000$ l/día $100 * 60 = 6\ 000$ l/día	9 000
Escuela Nacional de Artes Plásticas	25 l/alumno/turno 100 l/trab/día	$25 * 300 * 2 = 15\ 000$ l/día $100 * 35 = 3\ 500$ l/día	18 500
Conservatorio Nacional de Música	25 l/alumno/turno 100 l/trab/día	$25 * 250 * 2 = 12\ 500$ l/día $100 * 30 = 3\ 000$ l/día	15 500
Teatro Polivalente de 1000 espectadores	6 l/asiento/día 100 l/trab/día	$6 * 1000 = 6\ 000$ l/día $100 * 60 = 6000$ l/día	12 000
Estacionamiento de 1005 cajones	2 l/m ² * día	$2 * 12060 = 24\ 120$ l/día	24 120
Multicinemas de 12 salas	6 l/asiento/día 100 l/trab/día	$6 * 12 * 50 = 3\ 600$ l/día $100 * 35 = 3\ 500$ l/día	7 100
Total			449 028

Capítulo IV. Análisis de las instalaciones hidráulicas y sanitarias

La demanda mínima diaria del CNA es de 449 028 l/día

De acuerdo con el artículo 150 del RCDF, la cisterna debe almacenar dos veces la demanda mínima diaria, por lo que se debe tener según el cálculo una cisterna de 898 056 l/día.

$$898\ 056\ \text{l/día} = 898.056\ \text{m}^3/\text{día}$$

El CNA cuenta con un conjunto de dos cisternas ubicadas en distintas partes del CNA para cubrir la dotación necesaria, estas cisternas se dividieron según las fases de edificios a los cuales va a servir:

- La primera fase esta contemplada por la Escuela Nacional de Teatro, la Escuela Nacional de Danza y el Edificio Central y torre, con una cisterna de

$$12.50 * 12.50\ \text{m de área (156.25 m}^2) * 3.00\ \text{m de profundidad} = 468.75\ \text{m}^3.$$

- La segunda fase va a estar compuesta por el Teatro Polivalente de 500 espectadores, la Escuela de Artes Plásticas, el estacionamiento de 1005 cajones, los multicinemas el teatro Polivalente de 1 000 espectadores y el Conservatorio Nacional de Música, con una cisterna de

$$22.00 * 20.00\ \text{m de área (440.00 m}^2) * 3.00\ \text{m de profundidad} = 1\ 320.00\ \text{m}^3.$$

Considerando la suma de las cisternas del CNA se tendría un total de las tres cisternas de 1 788.75 m³. Por lo que se cumple con lo estipulado en el RCDF y normas técnicas complementarias.

Nota: Cabe decir que la cisterna de la segunda etapa tiene 6.00 m de profundidad, pero para agua potable solo se utilizan los primeros 3.00 m, ya que los otros 3.00 m restantes pertenecen al sistema contra incendios del CNA, según el artículo 122 del RCDF.

IV.1.3 Tinacos

Determinar si se cumple con las condiciones que deben cumplir los tinacos.

Según lo establecido en el artículo 151 del RCDF:

"Los tinacos deberán colocarse a una altura de, por lo menos, dos metros arriba del mueble sanitario más alto. Deberán ser de materiales impermeables..."

El teatro Polivalente de 500 espectadores no tiene tinacos en la azotea, ya que presenta un sistema especial Hidroneumático, el cual por medio de un sistema de bombeo conectado al tanque hidroneumático mantiene a todas las tuberías hidráulicas con la presión necesaria para trabajar satisfactoriamente.

Este sistema se presentó al Departamento por parte del corresponsable en instalaciones y el DRO, el Departamento aprobó este sistema para su aplicación en el teatro.

Por lo que se cumple con lo estipulado por el RCDF y normas técnicas complementarias.

IV.1.4 Tuberías, conexiones y válvulas

Verificar que las tuberías, conexiones y válvulas de instalación hidráulica cumplan con las especificaciones de los materiales señalados en el Reglamento de Construcciones.

Según el artículo 152 del RCDF:

"Las tuberías, conexiones y válvulas para agua potable deberán ser de cobre rígido, cloruro de polivinilo, fierro galvanizado o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes."

Todo el sistema de instalación de agua potable (tuberías, conexiones y válvulas) del teatro Polivalente de 500 espectadores es de cobre rígido y fierro galvanizado según especificaciones del artículo 152 del RCDF y normas complementarias.

Según el artículo 153 del RCDF:

"Las instalaciones de infraestructura hidráulica y sanitaria que deban realizarse en el interior de predios de conjuntos habitacionales y otras edificaciones de gran magnitud, previstas en la fracción II del artículo 53 del Reglamento, deberán sujetarse a lo que disponga el Departamento para cada caso."

Capítulo IV. Análisis de las instalaciones hidráulicas y sanitarias

Para la realización de todas las edificaciones del CNA las cuales se encuentran clasificadas en la fracción II del artículo 53, se presentó un proyecto de instalaciones de agua potable conformado por tres fases, en las cuales se presentaba una cisterna para servir a cada fase, este proyecto se presentó al Departamento quien lo aprobó para su construcción; cabe decir que los planos llevaban la firma de un corresponsable en instalaciones y el DRO, por lo que se cumple con lo estipulado en el artículo 153 del RCDF.

IV.1.5 Instalaciones Hidráulicas de baños y sanitarios

Verificar que las tuberías, conexiones y válvulas de instalación hidráulica, cumpla con las especificaciones de los materiales señalados en el Reglamento de Construcciones.

Según el artículo 154 del RCDF.

"Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua; los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas y los mingitorios, tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto, y dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio; y los lavabos, y las tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman más de diez litros por minuto."

Los excusados con fluxómetro con dispositivo de apertura y cierre automático ubicados dentro de los sanitarios del Teatro Polivalente de 500 espectadores tienen un gasto de 6 l/descarga.

Los mingitorios con fluxómetro poseen dispositivos de apertura y cierre de agua automático para evitar desperdicios; además, tienen un gasto de 5 l/descarga.

Los lavabos con sistema para economizar agua tienen un gasto de 0.10 lps = 6 l/min.

Por lo que sí cumplen con lo dispuesto por el artículo 154 del RCDF.

IV.1.6 Estudio de factibilidad de tratamiento y reuso de aguas residuales

Determinar si el proyecto requiere estudios de factibilidad de tratamiento y reuso de aguas residuales.

Capítulo IV. Análisis de las instalaciones hidráulicas y sanitarias

Según el artículo 155 del RCDF:

"En las edificaciones establecidas en la fracción II del artículo 53 de este Reglamento, el Departamento exigirá la realización de estudios de factibilidad de tratamiento y reuso de aguas residuales, sujetándose a lo dispuesto por la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos aplicables, para definir la obligatoriedad de tener separadas sus instalaciones de aguas pluviales, jabonosas y negras, las cuales se canalizarán por sus respectivos albañales para su uso, aprovechamiento o desalojo; de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias."

Según el artículo 53, fracción II:

"h) Edificaciones de entretenimiento de más de 250 concurrentes"

El teatro Polivalente se encuentra dentro de la fracción II del artículo 53 del RCDF, así como todas las demás edificaciones del CNA, por lo que se tuvo que haber hecho un estudio de factibilidad de reuso de agua. Este estudio se realizó, pero debido a que a lo largo de la avenida Río Churubusco pasa una tubería de agua tratada, se pidió permiso a la Delegación y Departamento para poder utilizar el agua tratada que transporta esta tubería para el sistema de riego del CNA.

Aún con todo esto el sistema del CNA debe de tratar por separado el agua de lluvia y el agua residual, y no es así por lo que en este aspecto no cumple con lo estipulado en el artículo 155 del RCDF.

El sistema de alcantarillado del D.F. es combinado o sea que transporta al mismo tiempo aguas residuales y aguas pluviales, por lo que aún existiendo un sistema separado dentro del CNA, de todos modos se tendría que descargar combinado al drenaje.

Cabe decir que proyectos similares, cuentan con su propia planta de tratamiento de aguas residuales, y el agua obtenida del tratamiento se reutiliza en los sanitarios como descarga en mingitorios y excusados, también se le utiliza para regar las áreas verdes.

IV.1.7 Desagües separados

Determinar si el proyecto requiere desagües separados para agua pluvial y para agua residual.

Según el artículo 156 del RCDF:

"En las edificaciones de habitación unifamiliar de hasta 500 m³ y consumos máximos de agua de 1 000 m³ bimestrales, ubicados en zonas donde exista el servicio público de alcantarillado de tipo separado, los desagües serán separados, uno para aguas pluviales y otro para aguas residuales. En el resto de las edificaciones los desagües se harán separados y estarán sujetos a los proyectos de uso racional de agua, reuso, tratamiento, regulación y sitio de descarga que apruebe el departamento."

Según el artículo 156 del RCDF el CNA debería de descargar separado, pero debido al sistema combinado del D.F. esto no se puede hacer, considerando los temas de reuso y tratamiento de aguas, el CNA al utilizar el agua tratada que pasa por la tubería localizada a lo largo de Río Churubusco, ya no plantea el sistema de instalar una planta de tratamiento de aguas residuales y pluviales, por lo que el sistema de albañales descarga directamente hacia el drenaje que pasa por la avenida Río Churubusco, por lo que no cumple con el artículo 156 del RCDF.

IV.1.8 Tuberías de desagüe

Verificar que las tuberías de desagüe cumplan con las determinaciones en cuanto a: materiales, diámetros mínimos y pendientes.

Según el artículo 157 del RCDF:

"Las tuberías de desagüe de los muebles sanitarios deberán ser de fierro fundido, cobre, cloruro de polivinilo o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes. Las tuberías de desagüe tendrán un diámetro no menor de 32 mm, ni inferior de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2%."

El teatro Polivalente de 500 espectadores posee tuberías de desagüe de 32 mm y 75 mm de diámetro de fierro galvanizado, en cada cambio de dirección se presentan codos del mismo material, en ningún caso la tubería es inferior que la boca del desagüe y se cumple con el mínimo de pendiente del 2%, por lo que se cumple con lo estipulado en el artículo 157 del RCDF.

Nota: Dentro del proyecto del CNA, se tomó en cuenta no rebasar máximos de pendiente en las tuberías de desagüe, aunque esto no esté considerado dentro del RCDF, ya que si la tubería tiene mucha pendiente se pueden provocar problemas en las juntas de las tuberías de desagüe cuando la velocidad del agua sea muy alta.

IV.1.9 Albañales

Verificar que las tuberías o albañales que conducen aguas residuales, cumplan con las determinaciones en cuanto a: materiales, diámetros mínimos y pendientes.

Según el artículo 159 del RCDF:

"Las tuberías o albañales que conducen las aguas residuales de una edificación hacia afuera de los límites de su predio, deberán ser de 15 cm de diámetro como mínimo, contar con una pendiente mínima de 2% y cumplir con las normas de calidad que expida la autoridad competente. Los albañales deberán estar provistos en su origen de un tubo ventilador de 5 cm de diámetro mínimo que se prolongará cuando menos 1.5 cm arriba del nivel de la azotea de la construcción.

La conexión de tuberías de desagüe con albañales deberá hacerse por medio de obturadores hidráulicos fijos, provistos de ventilación directa."

Las tuberías que conducen aguas residuales del teatro Polivalente de 500 espectadores van a conectarse a un sistema de alcantarillado propio del CNA, el cuál reúne el caudal de aguas residuales y pluviales de todo el CNA, y las desaloja al drenaje del DF.

Nota: Cabe decir, que debido a la magnitud del sistema de desagüe del CNA, este se tuvo que dividir en dos etapas, y se descarga al drenaje en tres distintas zonas, para el estudio del presente anexo técnico, se estudió solo la etapa que concierne al teatro Polivalente de 500 espectadores, esta etapa tiene dos descargas: una que abarca al teatro Polivalente de 500 espectadores y un caudal de la primera etapa, la cual desaloja por medio de un sistema de bombeo al drenaje que pasa bajo la avenida Río Churubusco y la otra que aporta el gasto de la Escuela Nacional de Artes Plásticas, el Conservatorio Nacional de Música, el Estacionamiento con 1005 cajones y los multicinemas Cinemark. Esta descarga es por la avenida Canal de Miramontes a presión.

Las albañales del teatro que se conectan a la red de alcantarillado del CNA son de concreto simple de 20 cm de diámetro según especificaciones de las normas complementarias.

La pendiente mínima de los albañales del Teatro Polivalente de 500 espectadores era del 3%, por lo que se cumple con lo establecido con la pendiente mínima de 2% en la descarga del teatro al sistema de alcantarillado del CNA, y demás condiciones establecidas en el RCDF y normas complementarias.

En cuanto a la red del sistema sanitario y pluvial del CNA, se tienen tuberías de dos tipos, de concreto simple y de concreto reforzado.

Capítulo IV. Análisis de las instalaciones hidráulicas y sanitarias

Las dimensiones de las tuberías utilizadas en la red sanitaria y pluvial del CNA, son las siguientes:

Tipo de tubería	Diámetro
Tubería de concreto simple	20 em
	30 em
	38 em
Tubería de concreto reforzado	45 em
	61 em
	76 em
	91 em

Las pendientes y velocidades máximas - mínimas recomendadas para la red de alcantarillado utilizadas en el CNA, se presentan en la siguiente tabla; cabe decir, que la red de alcantarillado del CNA se encuentra dentro de estos rangos de velocidad y pendientes en las tuberías.

Diámetro nominal en cm	Velocidades Calculadas				Pendiente	
	Máxima V = 3.00 m/seg a tubo lleno		Mínima V = 0.60 m/seg a tubo lleno		Recomendable para proyectos en milésimos	
	Pendiente Milésimos	Gasto lps	Pendiente Milésimos	Gasto lps	Máxima	Mínima
20	82.57	92.24	3.30	18.85	83.00	4.00
30	48.09	212.06	1.92	42.41	48.00	2.00
38	35.09	340.23	1.40	68.05	35.00	1.50
45	28.01	477.13	1.12	95.43	28.00	12.00
61	18.67	876.74	0.75	175.35	19.00	0.80
76	13.92	1 360.93	0.56	272.19	14.00	0.60
91	10.95	1 915.16	0.44	390.23	11.00	0.50

7

Capítulo IV. Análisis de las instalaciones hidráulicas y sanitarias

La pendientes máximas que se tienen en los diferentes diámetros de las tuberías del sistema de alcantarillado del CNA fase 2 son las que se muestran en la siguiente tabla:

Diámetro en cm	Pendiente mínima en milésimas	Pendiente máxima en milésimas
30	3	3
38	3	5
45	3	3
61	3	6
76	3	19
91	3	3

Nota: La tubería de 20 cm se utilizó solo para albañales y su pendiente mínima en todas las edificaciones no era menor del 2%.

Por lo que se cumple con lo estipulado en el RCDF y normas técnicas complementarias de sistemas de alcantarillado.

Según el artículo 158 del RCDF:

"Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descarguen agua a chorro fuera de los límites propios de cada predio."

El Teatro Polivalente de 500 espectadores no presenta ningún tipo de elemento que descargue agua a chorro fuera de los límites del predio por lo que sí cumple con el artículo 158 del RCDF.

IV.1.10 Registros

Verificar que los registros cumplan con las normas establecidas , en cuanto a: distancia máxima entre registros, dimensiones mínimas , así como ventilación.

Según el artículo 160 del RCDF:

*"Los albañales deberán tener registros colocados a distancias no mayores de diez metros entre cada uno y en cada cambio de dirección del albañal. Los registros deberán ser de 40 * 60 cm, cuando menos, para profundidades de hasta un metro; de 50 * 70 cm cuando menos para profundidades mayores de uno hasta dos metros de 60 * 80 cm, cuando menos, para profundidades de mas de dos metros. Los registros deberán tener tapas con cierre hermético, aprueba de roedores. Cuando un registro deba colocarse bajo locales habitables o complementarios, o locales de trabajo y reunión deberán tener doble tapa con cierre hermético."*

En la red de alcantarillado combinado del CNA existen registros, pozos de visita, según distancias y cambios de pendiente establecidos en las normas técnicas complementarias.

Existen registros ubicados en cada zona de cambio entre los albañales y la red de alcantarillado del CNA con doble tapa con cierre hermético, además existen registros cada cambio de pendiente de las tuberías, que dan al sistema de alcantarillado del CNA.

Las dimensiones de los registros son de 40 * 60 cm y 50 * 70 cm, todos los registros tienen cierre automático colocados a una distancia no mayor de 10 m entre la descarga del edificio al sistema de alcantarillado del CNA. Las dimensiones de los pozos de visita, están dentro de las establecidas en las normas técnicas complementarias.

Existen dos tipos de pozos de visita:

Pozos de visita común, los cuales tienen una profundidad de 1.50 a 2.50 m, colocados cuando haya cambios de dirección, de pendientes de diámetro de tubería y que no sobrepase distancias de 135 m en tuberías de 20 a 61 cm de diámetro y 165 m en tuberías de 76 a 122 cm de diámetro según especificaciones de las normas de alcantarillado.

Pozos de visita con caída, los cuales tienen una profundidad mayor de 2.50 m, colocados cuando la altura entre la tubería que lleva el gasto y el pozo de visita sea mayor a 1.50 m, considerando que el fluido de las tuberías no deben rebasar los límites de velocidad y pendiente, además el pozo de caída debe tener las cualidades de un pozo de visita común.

Los pozos de visita se construyeron según especificaciones establecidas por los corresponsables en instalaciones del CNA, de acuerdo con las normas técnicas complementarias.

7

Capítulo IV. Análisis de las instalaciones hidráulicas y sanitarias

Se colocaron registros para recabar el agua pluvial sobre los corredores y andadores del CNA, cuyas rejillas son de 50 * 40 cm de fierro fundido.

Las longitudes máximas que se tuvieron para colocar un pozo de visita común o de caída en el sistema de alcantarillado del CNA, fueron los que se especifican en la siguiente tabla:

Diámetro de tubería en cm	Longitud máxima de tubería antes de colocar un pozo en m
30	53
38	47
45	42
61	44
76	54
91	29

Por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 160 del RCDF y normas técnicas complementarias.

Según el artículo 163Bis del RCDF:

"En las construcciones de ejecución, cuando haya necesidad de bombear agua freática durante el proceso de cimentación, con motivo de cualquier desagüe que se requiera se descargará el agua en un decantador para evitar sólidos en suspensión que azolven la red de alcantarillado. Queda prohibido desalojar agua al arroyo de la calle o a la coladera pluvial, debiéndose instalar desde el inicio de la construcción el albañal autorizado que se conectó al drenaje."

Durante la construcción de la cimentación del teatro Polivalente se diseñó un sistema de bombeo que cumplía funciones de decantador, para posteriormente poder desalojar el agua freática encontrada en la zona, directamente al sistema combinado de alcantarillado, este sistema se utilizó posteriormente para la red de alcantarillado del CNA, de este modo se cumplió con lo establecido en el artículo 163Bis del RCDF.

Según el artículo 164 del RCDF:

"En las edificaciones ubicadas en calles con red de alcantarillado público, el propietario deberá solicitar al Departamento la conexión del albañal con dicha red, de conformidad con lo que al efecto dispone el Reglamento de Agua y

Capítulo IV. Análisis de las instalaciones hidráulicas y sanitarias

Drenaje para el Distrito Federal, y pagar los derechos que establezca la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal."

Para todo el CNA se solicito a la DGCOH la conexión de todas las tuberías que fueran a dar al sistema de drenaje de la ciudad de México, según condiciones del artículo 164 del RCDF, además los planos tenían las firmas de un corresponsable en instalaciones y el DRO por lo que se cumple con lo estipulado en el artículo 164 del RCDF y normas complementarias.

IV.1.11 Fosas sépticas

Determinar si la obra requiere de fosas sépticas y si cumplen con las disposiciones establecidas en el Reglamento.

Según el artículo 161 del RCDF:

"En las zonas donde no exista red de alcantarillado público, el Departamento autorizará el uso de fosas sépticas de procesos bioenzimáticos de transformación rápida..."

Como el sistema sanitario del CNA descarga en el drenaje combinado del DF, no tiene que cumplir con el artículo 161 del RCDF.

IV.1.12 Trampa de grasas

Determinar si el proyecto requiere trampa de grasa y cuales serían sus características.

Según el artículo 162.

"La descarga de agua de fregaderos que conduzcan a pozos de absorción o terrenos de oxidación deberán contar con trampas de grasa registrales. Los talleres de reparación de vehículos y las gasolineras deberán contar en todos los casos con trampas de grasa en las tuberías de agua residual antes de conectarlas a colectores públicos."

Considerando el Teatro Polivalente de 500 espectadores podemos decir que no se necesitan trampas de grasas debido al uso y manejo que tienen las aguas, por lo que cumple con lo estipulado en el artículo 162 del RCDF.

IV.2 Instalaciones eléctricas

IV.2.1 Contenido del proyecto eléctrico

Verificar que el proyecto cumpla con los contenidos señalados en el Reglamento de Construcciones.

Según el artículo 165 del RCDF:

"Los proyectos deberán contener como mínimo, en su parte de instalaciones eléctricas, lo siguiente:

- I. Diagrama unifilar.*
- II. Cuadro de distribución de cargas por circuito.*
- III. Planos de planta y elevación, en su caso;*
- IV. Croquis de localización del predio en relación con las calles más cercanas;*
- V. Lista de materiales y equipo por utilizar, y*
- VI. Memoria técnica descriptiva."*

En el CNA se realizaron proyectos de instalación tomando en cuenta la instalación por separado de cada una de las diferentes edificaciones en cada una de sus plantas y posteriormente todo el conjunto de edificaciones del CNA.

Los proyectos eléctricos contienen todos los puntos establecidos por el artículo 165 del RCDF, aunque cabe decir, que el cuadro de distribución de cargas por circuito se entregaba en un plano separado al del diagrama unifilar en algunos casos, esto era debido a que el diagrama era demasiado grande y se prefería entregar por separado en otro plano la distribución de cargas.

Sí se cumple con lo estipulado en el artículo 165 del RCDF.

IV.2.2 Contactos

Verificar que el proyecto cumpla con lo establecido en cuanto a la dotación mínima de contactos.

Capítulo IV. Análisis de las instalaciones hidráulicas y sanitarias

Según el artículo 166 del RCDF:

"Las instalaciones eléctricas de las edificaciones deberán ajustarse a las disposiciones establecidas en las Normas Técnicas Complementarias de Instalaciones Eléctricas y por este Reglamento."

El teatro Polivalente de 500 espectadores, cuenta con una serie de contactos en la planta de galería para poder dar un buen servicio, existe un contacto a cada lado de las entradas del vestíbulo a la sala de espectáculo, existen dos contactos localizados en la caseta de control, y otra serie de cuatro contactos localizados en el área de ensayos al lado del escenario de espectáculos, además, existe una serie de contactos en la fosa de los músicos (4), baños (1), camerinos (2) y escenario (4) para cumplir con lo establecido en el RCDF y normas técnicas complementarias.

Nota: Los contactos del teatro Polivalente de 500 espectadores son de tipo duplex polarizado M5250 marca Arrow Hart, estos se encontrarán a una altura de 0.4 m SNPT (salvo donde se requiera otra altura establecida en el proyecto).

A continuación se presenta la lista de contactos existentes en todo el teatro:

Tablero "BE"

- Contactos plafond vestíbulo
- Contactos mostrador guardarropa
- Contactos en guardarropa
- Contactos vestíbulo
- Contactos piso vestíbulo

Tablero "B"

- Contactos baños de hombres, de mujeres en galería

Tablero "AC"

- Contactos proscenio

Tablero "WL"

- Contactos cuarto Dimmers
- Contactos para atriles y bodega de sillas

Tablero "JF7"

- Contactos seguidores

Tablero "JF5E"

- Contactos en subestación

Tablero "JF5"

- Contactos en cuarto de tableros
- Contactos tramoya
- Contactos área ensayos
- Contactos tramoya
- Contactos foso escenario

Tablero "A"

- Contactos servicio médico camerinos 1, 2 y 3
- Contactos circulación camerinos P.B.
- Contactos camerinos A y B.
- Contactos carpintería, tapicería y baños técnicos
- Contactos green room
- Contactos green room
- Contactos baños generales, primer tocador, camerino mujeres
- Contactos tocador, camerinos generales mujeres
- Contactos tocador, camerinos generales hombres
- Contactos administración y oficina
- Contactos tocador, camerinos generales hombres
- Contactos circulación, primer nivel
- Contactos circulación, primer nivel

De acuerdo al requerimiento mínimo de contactos en el proyecto, se observa que sí cumple con lo establecido.

IV.2.3 Interruptores para circuitos de iluminación

Determinar si el proyecto cumple con lo señalado en relación al requerimiento mínimo de interruptores para circuitos de iluminación.

Según el artículo 168 del RCDF:

"Los circuitos eléctricos de iluminación de las edificaciones consideradas en el artículo 5 de este Reglamento, deberán tener un interruptor por cada 50 m² o fracción de superficie iluminada, excepto las de comercio, recreación e industria, que deberán observar lo dispuesto en las Normas Técnicas Complementarias."

El teatro Polivalente de 500 espectadores cuenta con un apagador sencillo en cada baño, también se cuenta con apagadores sencillos en la zona de camerinos, además cuenta con un tablero de control de apagadores ubicada en la caseta de control, para manejar las intensidades de luxes del escenario y sala, también se encuentran otros tableros de control para las luces de los vestíbulos, área de ensayos y marquesinas y fachadas del teatro.

Detalladamente se tiene el siguiente listado en el que se describen los interruptores que controlan cada luminaria, así como los tableros generales a los que pertenece cada interruptor.

Tablero "BE"

- Lámpara plafón entrada sala
- Lámpara plafón entrada sala
- Lámpara plafón mostrador guarda
- Lámpara plafón vestíbulo
- Lámpara plafón vestíbulo
- Reserva
- Reserva
- Reserva
- Reserva
- Reserva
- Reserva
- Lámpara plafón vestíbulo

Tablero "B"

- Lámpara cuarto tableros guardarropa
- Lámpara piso y vestíbulo
- Alimentación lámpara giratoria
- Lámpara plafón vestíbulo
- Lámparas baño hombres vestíbulo P.B.
- Lámparas baño mujeres vestíbulo P.B.
- Lámpara plafón vestíbulo
- Lámparas laterales escalera
- Lámpara área carteles

- Reserva
- Reserva
- Reserva
- Lámpara plafón vestíbulo
- Lámpara plafón vestíbulo
- Reserva
- Reserva
- Lámpara baños mujeres
- Lámpara pasillo entrada a sala
- Reserva
- Lámpara plafón vestíbulo
- Lámpara baños, hombres y mujeres galería
- Lámpara plafón vestíbulo
- Reserva
- Reserva
- Reserva
- Reserva
- Lámpara plafón vestíbulo
- Reserva
- Lámpara plafón vestíbulo
- Lámpara plafón vestíbulo

Tablero "B"

- Reserva

Tablero "C"

- Lámpara baña fachada oriente Planta Baja
- Lámpara baña fachada oriente Planta Baja
- Reserva
- Lámpara baña fachada Norte
- Lámpara baña fachada sur nivel 15.60
- Lámpara baña fachada norte
- Lámpara baña fachada sur nivel 15.60
- Lámpara baña fachada oriente nivel 10.03
- Reserva
- Lámpara baña fachada oriente nivel 10.03
- Reserva
- Lámpara baña fachada sur jardín
- Lámpara plafón entre columna norte
- Lámpara plafón entre columna norte

- Lámpara plafón entre columna sur
- Lámpara plafón entre columna norte
- Lámpara plafón entre columna sur
- Lámpara plafón entre columna sur
- Salida especial plafón fachada poniente
- Lámpara plafón entre columna sur
- Salida especial fachada poniente
- Salida especial entre columnas sur
- Lámpara baña fachada poniente nivel 6.63
- Salida especial entre columnas sur
- Lámpara baña fachada poniente nivel 6.63
- Salida especial entre columnas norte
- Reserva
- Salida especial entre columnas norte

Tablero "AC"

- Salida especial proscenio AC-1
- Salida especial proscenio AC-2
- Salida especial proscenio AC-1
- Salida especial proscenio AC-2
- Salida especial proscenio AC-1
- Salida especial proscenio AC-2
- Salida especial proscenio AC-3
- Salida especial proscenio AC-4
- Salida especial proscenio AC-3
- Salida especial proscenio AC-4
- Salida especial proscenio AC-3
- Salida especial proscenio AC-4
- Salida especial proscenio AC-5
- AC-3 Cabina luz y sonido
- Salida especial proscenio AC-5
- AC-3 Cabina luz y sonido
- Salida especial proscenio AC-5
- AC-3 Cabina luz y sonido
- Reserva

Tablero "RL"

- Lámpara incandescente , segundo y tercer pasos de gato
- Lámpara incandescente laterales tramoya
- Lámpara incandescente desahogo escena

7

Capítulo IV. Análisis de las instalaciones hidráulicas y sanitarias

- Lámpara incandescente proscenio
- Lámpara incandescente foso escenario
- Lámpara incandescente, primero y cuarto pasos de gato
- Reserva
- Reserva
- Reserva
- Reserva
- Reserva
- Lámpara. quinto y sexto pasos de gato

Tablero "WLE"

- Lámparas plafón sala olas 3 y 4
- Reserva
- Lámparas plafón sala olas 1 y 2

Tablero "WL"

- Lámpara fluorescente seguidores
- Lámpara caseta proyección
- Lámpara fluorescente cabina luz y sonido
- Lámpara fluorescente, segundo y tercer pasos de gato
- Lámpara fluorescente tramoya
- Lámpara fluorescente contrapesos planta baja
- Lámpara fluorescente primer paso de gato
- Lámpara plafón sala olas 4
- Lámpara plafón sala olas 3
- Lámpara incandescente laterales tramoya
- Lámpara contrapesos nivel puente
- Lámpara fluorescente desahogo escenario
- Lámpara anden
- Lámpara fluorescente foso escenario
- Lámpara plafón sala olas 2
- Lámpara plafón sala olas 1
- Lámpara fluorescente pasos de gato

Tablero "JF7E"

- Lámpara cuarto aire acondicionado

Tablero "JF7"

- Salidas especiales seguidores
- Lámparas pasos de gato
- Reserva
- Alimentación UC-2
- Reserva
- Alimentación UC-2
- Reserva
- Alimentación UC-2
- Reserva
- Reserva
- Reserva
- Alimentación VE-2

Tablero "JFGE"

- Lámpara plafón bajo galería
- Lámpara bajo mamparas móviles
- Lámparas costado de butacas planta baja
- Lámpara bodega sobre cabina
- Anuncio salida emergencia sala planta baja
- Lámparas costado de butacas galería
- Reserva
- Reserva
- Lámpara anuncio salida emergencia galería

Tablero "JF6"

- Lámpara plafón bajo galería
- Lámpara bajo mamparas móviles sur
- Lámparas rieles cabina luz y sonido
- Lámparas rieles cabina luz y sonido
- Alimentación VE-2
- Lámparas laterales sala nivel olas sur
- Alimentación VE-2
- Lámparas laterales sala nivel olas sur
- Lámpara bodega sobre cabina
- Reserva
- Lámparas laterales cada nivel olas norte
- Reserva
- Lámparas laterales cada nivel olas norte

Tablero "JF5E"

- Lámpara cuarto de maquinas aire acondicionado sótano
- Lámpara instrumentos musicales cuarto de tableros
- Lámpara instrumentos tablero sótano
- Lámpara área de ensayos
- Lámpara subestación
- Lámparas área ensayos
- Lámpara caseta de vigilancia externa
- Reserva
- Lámpara caseta de vigilancia externa

Tablero "JF5"

- Lámpara área ensayos
- Lámpara instrumentos musicales cuarto de tableros
- Lámpara área de ensayos
- Lámpara escenografía y pintura
- Lámparas zona de cafe sótano y acceso músicos
- Reserva
- Lámparas área ensayos
- Reserva
- Lámparas área de ensayos
- Reserva
- Lámpara área de ensayos
- Reserva
- Lámpara área de ensayos

Tablero "AE"

- Lámparas acceso técnicos, baños técnicos, pasillo planta baja
- Lámparas calentadores, camerinos gradas y escaleras
- Lámparas anuncio salida emergencia zona camerinos
- Lámparas administración oficina y sastrería primer nivel
- Lámparas carpintería, tapicería y utilería
- Lámparas camerinos dobles A y B
- Lámparas cuarto aire acondicionado, nivel 4.05
- Baños generales primer nivel

Tablero "A"

- Lámparas acceso técnicos
- Lámparas camerinos 2 y 3. tocador
- Lámparas circulación camerinos planta baja y green room
- Lámparas tocador camerinos A y B
- Lámparas servicio médico y camerino 1
- Lámparas carpintería. tapicería. utilería y baños técnicos
- Lámparas green room
- Lámparas pasillo camerinos generales
- Lámparas doble altura acceso técnicos
- Lámparas camerinos generales y baños hombres
- Lámparas cuarto calentadores
- Lámparas camerinos generales y baño mujeres
- Lámparas tocador camerinos generales y baños hombres
- Lámparas tocador camerinos generales y baños mujeres
- Lámparas tocador camerinos generales hombres
- Lámparas tocador camerinos generales mujeres
- Lámparas tocador camerinos generales hombres
- Lámparas tocador camerinos generales mujeres
- Lámparas tocador camerinos generales mujeres
- Lámparas administración y oficinas
- Lámparas sastrería primer nivel
- Reserva
- Lámparas sastrería primer nivel
- Reserva
- Alimentación VE-3 y VE-5 nivel +6.50

Por lo que se cumple con lo establecido en el RCDF y normas técnicas complementarias.

IV.2.4 Sistemas de iluminación de emergencia

Determinar si el edificio requiere de sistemas de iluminación de emergencia y si cubre las áreas y letreros establecidos en el Reglamento.

Según el artículo 169 del RCDF:

"Las edificaciones de salud, recreación y comunicaciones y transportes deberán tener sistemas de iluminación de emergencia con encendido automático, para iluminar pasillos, salidas, vestíbulo, sanitarios, salas y locales de concurrentes, salas de curaciones, operaciones y expulsión y letreros indicadores de salida de emergencia, en los niveles de iluminación establecido por este Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias para esos locales."

El teatro Polivalente de 500 espectadores posee una planta de emergencia eléctrica, la cual se encuentra compuesta por tuberías de 32, 25, 19 y 13 mm, registros de mampostería de 40 * 40 * 40 cm, cajas y demás sistemas indispensables para el sistema de iluminación por lo que cumple con lo establecido en el artículo 169 del RCDF.

Esta planta de emergencia cumple con los niveles de luz establecidos por el inciso F, fracción VI, de los transitorios del RCDF.

Entretenimiento	Salas durante la función	1 lux
	Iluminación de emergencia	6 luxes
	Salas durante intermedios	75 luxes
	Vestíbulos	170 luxes
	Sanitarios	80 luxes

IV.3 Instalaciones de combustible

IV.3.1 Instalaciones de gas e instalaciones de combustibles líquidos

Verificar que las instalaciones de gas en la edificación, cumpla con lo establecido en cuanto a: los recipientes, las tuberías de conducción, los calentadores, los medidores, casetas de regulación y medición e instalaciones para calefacción.

Verificar que las tuberías que conducen combustibles líquidos, cumplan con las normas establecidas en cuanto a: materiales, conexiones y códigos de color y nomenclatura.

Según el artículo 170 del RCDF:

"Las edificaciones que requieran instalaciones de combustibles deberán..."

No existen instalaciones combustibles de ningún tipo en el teatro Polivalente de 500 espectadores, ya que los calentadores, ventilación, etc. son eléctricos, por lo que no se tiene que aplicar el artículo 170 del RCDF.

IV.4 Instalaciones telefónicas

Verificar que las tuberías en el proyecto cumplan con lo establecido en el Reglamento de Construcciones en cuanto a: materiales de las tuberías, diámetros mínimos y curvas de 90°.

Según el artículo 171 del RCDF:

"La unión entre el registro de banqueta y el registro de alimentación de la edificación se hará por medio de tubería de fibrocemento de 10 cm de diámetro mínimo, o plástico rígido de 50 mm mínimo para veinte o cincuenta pares y de 53 mm mínimo para setenta o doscientos pares. Cuando la tubería o ductos de enlace tengan una longitud mayor de 20 m o cuando haya cambios a más de noventa grados, se deberán colocar registros de paso;"

El teatro Polivalente de 500 espectadores, tiene un registro de alimentación el cual está unido con la banqueta por medio de tuberías de fibrocemento de 0.10 m de diámetro, cumpliendo con los enlaces de noventa grados, no haciendo falta de registros de paso ya que la distancia a la banqueta no es mayor de 20 m por lo que cumple con lo establecido en el artículo 171 del RCDF.

"Se deberá de contar con un registro de distribución para cada siete teléfonos como máximo. La alimentación de los registros de distribución se hará por medio de cables de diez pares y su número dependerá de cada caso en particular. Los cables de distribución vertical deberán colocarse en tubos de fierro o plásticos rígidos. La tubería de conexión entre dos registros no podrá tener más de dos curvas de noventa grados. Deberán disponerse registros de distribución a cada 20 m cuando más de tubería de distribución;"

Capítulo IV. Análisis de las instalaciones hidráulicas y sanitarias

El teatro Polivalente de 500 espectadores presenta la siguiente distribución de teléfonos:

Número de teléfonos	Lugar de ubicación
3	Zona de oficinas
1	Jefatura de foro
1	Zona de técnicos
1	Zona de control de luces en la sala (Cabina de iluminación y sonido)
1	Zona de acceso al escenario y fosa de los músicos

El servicio médico y la zona de camerinos cuentan con salidas para teléfono pero aún no han sido instalados,

Existe un registro que cubre la zona de camerinos y acceso de personal, otro registro que cubre el vestíbulo y zona de control de luces en la sala, y un último registro que cubre la zona de descarga y zona de acceso al escenario.

La distancia máxima que existe entre un registro y un teléfono es de 16.50 m, la alimentación de los registros de distribución se hizo por medio de cables de diez pares. La distribución vertical y horizontal se hizo en tubos de plástico rígido.

La tubería de conexión entre dos registros del teatro Polivalente no tiene más de dos curvas de 45°.

"Las cajas de registros de distribución y de alimentación deberán colocarse a una altura de 0.60 m del nivel del suelo y en lugares accesibles en todo momento. El número de registros de distribución dependerá de las necesidades de cada caso, pero será cuando menos uno por cada nivel de la edificación, salvo en edificaciones para habitación, en que podrá haber un registro por cada dos niveles. Las dimensiones de los registros de distribución y alimentación serán las que establecen las Normas Técnicas de Instalaciones Telefónicas de Teléfonos de México, S.A;"

Todas las cajas de registro de teléfonos en el teatro Polivalente de 500 espectadores, se encuentran a una altura de 0.60 m sobre el nivel del piso, distribuidos en las zonas anteriormente señaladas, además existen registros cuando se han hecho curvas de cuarenta y cinco grados, debido a que el material que se utilizó para hacer la instalación telefónica es fibra óptica y esta, no es muy dúctil. Por lo que se cumple con lo estipulado en el artículo 171 del RCDF y normas técnicas complementarias.

CAPITULO V

ANALISIS DE LA CONSTRUCCION, OPERACION Y MANTENIMIENTO

V.1 Construcción

V.1.1 Generalidades

Describir si la licencia de construcción y los planos se conservaron en obra durante su ejecución.

Como se hicieron los movimientos de materiales en la vía pública. Fue en algún momento suspendida la obra. Tipo de tapial empleado.

Según el artículo 241 del RCDF:

"Una copia de los planos registrados y la licencia de edificación, deberá conservarse en las obras durante la ejecución de éstas y estar a disposición de los supervisores del Departamento.

Durante la ejecución de una obra deberán tomarse las medidas necesarias para no alterar el comportamiento ni el funcionamiento de las Edificaciones e instalaciones en predios colindantes o en la vía pública.

Deberán observarse, además las disposiciones establecidas por los Reglamentos para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido y para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica Originada por la Emisión de Humos y Polvos."

Durante la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores, copia de los planos, copia de la licencia de construcción y bitácora de obra se conservaron siempre en la obra; estos planos estuvieron a disposición en un gabinete para que pudieran ser revisados por los supervisores del Departamento, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 241 del RCDF.

Capítulo V. Análisis de la construcción, operación y mantenimiento

En la construcción del teatro se depositó material en la lateral de la avenida Río Churubusco, esta lateral se cerró durante el período de construcción, ya que en esta se depositaba material, y además se cerró el acceso a vehículos, debido a que esta lateral sirvió para el paso de los camiones de la obra para cargar y descargar material, esto provocó que se congestionara a ciertas horas la avenida Río Churubusco, por lo que no se cumple con lo estipulado en el artículo 241, aunque cabe decir que el Departamento, concedió el permiso para poder cerrar la lateral desde calzada de Tlalpan hasta unos metros antes de la avenida Río Churubusco.

En cuanto a la emisión de ruido, se colocaron silenciadores en las maquinas para reducir la cantidad de ruido, así como elementos de cubrepolvos para poder reducir la cantidad de humo, por lo que se cumplió con lo establecido en artículo 241 del RCDF, aunque cabe decir, que en algunas ocasiones los contratistas mandaban quitar estos elementos de las maquinas, ya que reducen su eficiencia y se aumentaban los tiempos de trabajo.

Según el artículo 242 del RCDF:

"Los materiales de construcción y los escombros de las obras podrán colocarse momentáneamente en las banquetas de la vía pública, sin invadir la superficie de rodamiento durante los horarios y condiciones que fije el Departamento para cada caso."

Durante la etapa de construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores, se cerró la lateral de la avenida Río Churubusco, y además se depositaron en cierto momento materiales en la zona de rodamiento, por lo que no cumple con lo estipulado por el artículo 242 del RCDF, aunque cabe decir que se pidió permiso al Departamento.

Según el artículo 243 del RCDF:

"Los vehículos que carguen o descarguen materiales para una obra podrán estacionarse en la vía pública durante los horarios que fije el Departamento y con apego a lo que disponga al efecto el Reglamento de Tránsito del Distrito Federal."

Los camiones de carga que se utilizaron en el CNA, tenían que estacionarse muchas veces sobre la lateral cerrada de la avenida Río Churubusco, se pidió permiso al Departamento para esto, y este lo concedió por lo que se cumple con lo estipulado en el artículo 243 del RCDF.

Según el artículo 244 del RCDF:

"Los escombros, excavaciones y cualquier otro obstáculo para el tránsito en la vía pública, originados por obras públicas o privadas serán protegidos con barreras, y señalados adecuadamente por los responsables de las obras, con y letreros durante el día y con señales luminosas claramente visibles durante la noche."

Cuando depositaron el material en las banquetas y en la vía pública, no se protegieron con barreras, aunque cabe decir que cuando se cerró la lateral se colocaron avisos y barreras con banderas para indicar a los vehículos para que estos se subieran a la avenida central de Río Churubusco, pero ninguna de estas señales estaban iluminadas por la noche, por lo que no se cumplió en parte con lo establecido en el artículo 244 del RCDF; también cabe decir que hicieron falta más señalamientos y mejor colocados.

Según el artículo 245 del RCDF:

"Los propietarios están obligados a reparar por su cuenta las banquetas y guarniciones que hayan deteriorado con motivo de la ejecución de la obra. En su defecto, el Departamento ordenará los trabajos de reposición con cargo a los propietarios o poseedores."

Posteriormente a la ejecución de las obras del CNA, se pasó a reparar los pequeños daños que se ocasionaron a la vía pública, como el pavimento de las calles y banquetas, después de haber colocado las conexiones de las tuberías y registros, así como el limpiado del terreno de superficie de la vía pública, por lo que se cumplió con lo establecido en el artículo 245 del RCDF, pero cabe decir que las reparaciones sobre la vía pública, no fueron las adecuadas, ya que solo se rellenaron las zanjas y se pavimentaron, pero no se realizó con la calidad necesaria, ya que quedaron bordes más altos de los permitidos en los pavimentos.

Según el artículo 246 del RCDF:

"Los equipos eléctricos en instalaciones provisionales, utilizados durante a la obra, deberán cumplir con el Reglamento de Instalaciones Eléctricas y las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas."

Se utilizó equipo eléctrico durante la ejecución del teatro Polivalente, este equipo se estableció de acuerdo con el DRO y el corresponsable en instalaciones, además existió una supervisión en cuanto al uso del mismo, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 246 del RCDF.

La obra de la construcción del CNA en todas sus edificaciones, nunca fue suspendida, por lo que no se tuvieron que realizar los puntos establecidos en los artículos 247 y 248 del RCDF.

Según el artículo 249 del RCDF:

"Los tapiales, de acuerdo con su tipo deberán cumplir las siguientes disposiciones:

II. De marquesina: cuando los trabajos se ejecuten a más de diez metros de altura, se colocarán marquesinas que cubran suficientemente la zona inferior de las obras, tanto sobre la banqueta como sobre los predios colindantes: Se colocarán de tal manera que la altura de caída de los materiales de demolición o de construcción sobre ellas, no exceda de cinco metros;

III. Fijos: En las obras que se ejecuten en un predio a una distancia menor de diez metros de la vía pública, se colocarán tapiales fijos que cubran todo el frente de la misma, serán de madera, lámina, concreto, mampostería o de otro material que ofrezca las mismas garantías de seguridad. Tendrán una altura mínima de dos metros cuarenta centímetros; deberán estar pintados y no tener más claros que los de las puertas, las cuales se mantendrán cerradas. Cuando la fachada quede al paño del alineamiento, el tapial podrá abarcar una franja anexa hasta de cincuenta centímetros sobre la banqueta. Previa solicitud, podrá el Departamento conceder mayor superficie de ocupación de banquetas;"

Durante la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores, se utilizaron tapiales de marquesina colocados en las fachadas alrededor del teatro, aunque muchas veces no era suficiente su área y a veces pequeños escombros del material llegaban a caer hasta el nivel de desplante, estos tapiales estaban a una distancia de caída de los materiales de 2.50 m, en la construcción del teatro Polivalente se debieron haber utilizado también tapiales fijos, ya que la obra se encuentra a unos 5.00 m de la vía pública, aunque se cerró esta lateral a los coches, a veces llegaban a pasar personas civiles cerca de la obra en construcción, lo cual pudo llegar a provocar problemas, por lo que no se cumplió con lo establecido en el artículo 249 del RCDF.

V.1.2 Medidas de seguridad precautorias e higiene en la obra.

¿Qué medidas precautorias se tomaron durante la obra para proteger la integridad física de trabajadores y terceros?. ¿Qué servicios se proporcionaron a trabajadores?.

Según el artículo 251 del RCDF:

"Durante las diferentes etapas de edificación de cualquier obra, deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar los incendios y para combatirlos mediante el equipo de extinción adecuado. Esta protección deberá proporcionarse tanto al área ocupada por la obra en si, como a las colindancias, bodegas, almacenes y oficinas. El equipo de extinción de fuego deberá ubicarse en lugares de fácil acceso y en las zonas donde se ejecuten soldaduras u otras operaciones que puedan originar incendios y se identificará mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles.

Capítulo V. Análisis de la construcción, operación y mantenimiento

Los extinguidores de fuego deberán cumplir con lo indicado en este Reglamento y en el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, para la Prevención de Incendios.

Los aparatos y equipos que se utilicen en la edificación, que produzcan humo o gas proveniente de la combustión, deberán ser colocados de manera que se evite el peligro de incendio o de intoxicación."

Durante la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores, se colocó equipo de extinción para la prevención de incendios, este equipo se colocó según las especificaciones y señalamientos del RCDF y del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo RGSHT, por lo que en esta parte se cumple con lo establecido en el artículo 251 del RCDF, pero existieron ocasiones, como por ejemplo, en las bodegas o almacenes, que al llegar el material a utilizarse en la obra, no existía espacio suficiente para colocarlo, y se colocaba alrededor de los extintores, por lo que si se hubiera necesitado de ellos, era difícil el acceso por el material que se colocó alrededor de los mismos, por lo que en esta parte no se cumplió con lo establecido en el artículo 251 del RCDF. Cabe decir también que el personal o trabajadores, no sabían utilizar el equipo contra incendios, por lo que debería capacitarse también a los trabajadores a utilizar este equipo cuando fuera necesario.

En cuanto a los aparatos y equipos que producían humo o gas se colocaron estos de tal manera para evitar que se produjera un incendio, también poseían elementos para reducir la cantidad de humo, pero muchas veces se les quitaba este aditamento por la eficiencia menor que tiene la máquina al trabajar con ellos, por lo que no se cumple con lo establecido en el artículo 251 del RCDF."

Según el artículo 252 del RCDF:

"Deberán usarse redes de seguridad cuando exista la posibilidad de caída de los trabajadores de las obras, cuando no pueden utilizarse cinturones de seguridad, líneas de amarre y andamios."

Durante la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores, se utilizaron andamios para la protección de los trabajadores, pero estos a veces no eran lo suficientemente anchos para su seguridad; no se usaron redes de seguridad en el teatro, algunos trabajadores utilizaban cinturones de seguridad y líneas de amarre, pero la mayoría no, por lo que no se cumple con lo establecido en el artículo 252 del RCDF.

Según el artículo 253 del RCDF:

"Los trabajadores deberán usar los equipos de protección personal en los casos que se requiera, de conformidad con el Reglamento General de Seguridad e Higiene."

Durante el proceso de ejecución del teatro Polivalente de 500 espectadores, algunos trabajadores hacían uso de parte del equipo de seguridad, como por ejemplo caretas para soldar, pero la gran mayoría no tenía equipo de seguridad según lo establecido por el RGSHT, o no lo utilizaba, por lo que no se cumple con lo establecido en el artículo 253 del RCDF.

Según el artículo 254 del RCDF:

"En las obras de construcción, deberán proporcionarse a los trabajadores servicios proporcionales de agua potable y un sanitario portátil, excusado o letrina para cada veinticinco trabajadores o fracción excedente de quince; y mantenerse permanentemente un botiquín con los medicamentos e instrumentales de curación necesarios para proporcionar primeros auxilios."

Durante la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores se colocaron baños portátiles según las especificaciones del RCDF, estos baños se colocaron en lugares accesibles a los trabajadores, también se les proporcionó, servicios de agua potable y se mantuvo permanentemente en la obra un botiquín de primeros auxilios, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 254 del RCDF.

V.1.3 Materiales y procedimientos constructivos.

Los materiales empleados reunían las disposiciones de resistencia, calidad y características de los materiales; Como se almacenaron; que pruebas de verificación de materiales se realizaron.

Según el artículo 255 del RCDF:

"Los materiales empleados en la construcción deberán cumplir con las siguientes disposiciones:

1. La resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción serán las que se señalen en las especificaciones de diseño y los planos constructivos registrados, y deberán satisfacer las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento y las normas de calidad establecidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial,"

Los materiales utilizados en la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores como el acero, concreto, cemento, tubos, etc., se revisaron en calidad, características y resistencia por parte del fabricante, según lo establecido en el artículo 255, posteriormente se entregaba una copia de los resultados obtenidos. Cabe decir que estas pruebas, se hicieron por otras empresas distintas a las del fabricante para poder tomar datos

confiables de los resultados obtenidos, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 255 del RCDF.

Según el artículo 256 del RCDF:

"Los materiales de construcción deberán ser almacenados en las obras de tal manera que se evite su deterioro o la intrusión de materiales extraños."

Durante la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores se construyeron almacenes temporales en la obra, para almacenar los materiales, como cemento, acero, etc, por lo que se cumple en este punto con lo establecido en el artículo 256 del RCDF, pero estos no se daban abasto debido a la gran demanda de materiales que se necesitaban para la construcción del teatro, por lo que luego se colocaban a la intemperie, por lo que en este punto no se cumplía con lo establecido en el artículo 256 del RCDF.

Según el artículo 257 del RCDF:

"El Director Responsable de Obra, deberá vigilar que se cumpla con este Reglamento y con lo especificado en el proyecto, particularmente en lo que se refiere a los siguientes aspectos:

I. Propiedades mecánicas de los materiales;

II. Tolerancias en las dimensiones de los elementos estructurales, como medidas de claros, secciones de las piezas, áreas y distribución del acero y espesores de recubrimientos;

III. Nivel y alineamiento de los elementos estructurales, y

IV. Cargas muertas y vivas en la estructura, incluyendo las que se deban a la colocación de materiales durante la ejecución de la obra."

Durante la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores, el DRO, al igual que los corresponsables en seguridad estructural, instalaciones y diseño urbano y arquitectónico, realizaron visitas a la obra y vigilaron que esta se realizara según las especificaciones de los planos y del RCDF y normas técnicas complementarias. Estas visitas se anotaron en la bitácora de obra, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 257 del RCDF.

Según el artículo 258 del RCDF:

"Podrán utilizarse los nuevos procedimientos de construcción que el desarrollo de la técnica introduzca, previa autorización del Departamento, para lo cual el Director Responsable de Obra presentará una justificación de idoneidad detallando el procedimiento propuesto y anexando, en su caso los datos de los estudios y resultados de las pruebas experimentales efectuadas."

Capítulo V. Análisis de la construcción, operación y mantenimiento

Durante la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores se utilizaron nuevos procedimientos constructivos, como el articular vigas T de perfiles I sobre columnas zunchadas de concreto reforzado, además conectar las vigas, sobre dos columnas en cada extremo, para cada nuevo procedimiento utilizado, se presentó el proceso por parte del DRO al Departamento para su previa autorización, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 258 del RCDF.

Según el artículo 259 del RCDF:

*"Deberán realizarse las pruebas de verificación de calidad de materiales que señalen las normas oficiales correspondientes y las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento. En caso de duda, el Departamento podrá exigir los muestreos y las pruebas necesarias para verificar la calidad y resistencia especificadas de los materiales, aun en las obras terminadas.
El muestreo deberá efectuarse siguiendo métodos estadísticos que aseguren que el conjunto de muestras sea representativo en toda la obra.
El Departamento llevará un registro de los laboratorios o empresas que a su juicio, puedan realizar estas pruebas."*

Durante la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores, se realizaron pruebas de resistencia de calidad en los materiales utilizados dentro de la misma, como por ejemplo en el concreto: pruebas de cilindros, revenimiento, etc. En el acero: prueba de doblado de varillas, torsión, etc. Estas pruebas se realizaron por laboratorios aprobados por el Departamento, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 259 del RCDF.

Según el artículo 260 del RCDF:

*"Los paramentos exteriores de los muros deberán impedir el paso de la humedad.
En los paramentos de los muros exteriores construidos con materiales aparentes, el mortero de las juntas deberá ser a prueba de roedores y contra intemperie."*

En los muros de la cimentación del teatro Polivalente de 500 espectadores, el concreto se realizó de tal forma que pueda evitar el paso de la humedad, para garantizar su buena operación y comportamiento, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 260 del RCDF.

V.1.4 Mediciones y trazos.

¿Qué tipo de medidas se realizaron para verificar los trabajos de alineamiento, trazo general y separación de colindancias?.

Según el artículo 261 del RCDF:

"En las edificaciones en que se requiera llevar registro de posibles movimientos verticales, de acuerdo con el artículo 232 de este Reglamento, así como en aquellas en que el Director Responsable de Obra lo considere necesario o el Departamento lo ordene, se instalarán referencias o bancos de nivel superficiales, suficientemente alejados de la cimentación o estructura de que se trate, para no ser afectados por los movimientos de las mismas o de otras cargas cercanas, y se referirán a éstos las nivelaciones que se hagan."

Se colocaron bancos de nivel en distintas partes del CNA para poder establecer los hundimientos verticales que pueda tener cualquiera de las edificaciones del CNA, ya que estos se encuentran considerados dentro del grupo A; estos niveles se colocaron a una cierta distancia considerada por el DRO y los expertos de mecánica de suelos, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 261 del RCDF.

Según el artículo 262 del RCDF:

"Antes de iniciarse una construcción deberá verificarse el trazo del alineamiento del predio con base en la Constancia de Uso de Suelo, Alineamiento y Número Oficial, y las medidas de la poligonal del perímetro, así como la situación del predio en relación con los colindantes, la cual deberá coincidir con los datos correspondientes del título de propiedad, en su caso. Se trazarán después los ejes principales del proyecto, refiriéndolos a puntos que puedan conservarse fijos. Si los datos que arroje el levantamiento del predio exigen un ajuste de las distancias entre los ejes consignados en los planos arquitectónicos, deberá dejarse constancia de las diferencias mediante anotaciones en la bitácora o elaborando planos del proyecto ajustado."

Cabe decir, que antes de iniciar las obras de construcción del CNA, se verificaron las dimensiones de la constancia de uso de suelo, alineamiento y número oficial, así como la Licencia de construcción, por lo que se cumplió con el artículo 262 del RCDF.

Según el artículo 263 del RCDF:

"Las Edificaciones nuevas deberán separarse de la colindancia con los predios vecinos, en las distancias mínimas que se fijan en el artículo 211 de este Reglamento."

El teatro Polivalente de 500 espectadores tiene una colindancia de aproximadamente 10.00 m con el edificio más cercano, ya que en medio de ellos existen jardines o andadores, por lo que cumple con lo establecido en el artículo 263 del RCDF.

V.1.5 Excavaciones y cimentaciones.

¿Cómo se ejecutaron las excavaciones y se realizaron las cimentaciones?.

Según el artículo 264 del RCDF:

"Para la ejecución de las excavaciones y la construcción de cimentaciones se observarán las disposiciones del Capítulo VIII del Título Sexto de este Reglamento, así como las Normas Técnicas Complementarias de Cimentaciones. En particular se cumplirá lo relativo a las precauciones para que no resulten afectadas las Edificaciones y predios vecinos ni los servicios públicos, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 221 de este Reglamento."

Durante la construcción de la cimentación durante el proceso de excavación, no se afectaron las obras de servicio público, ni cimentaciones de las obras colindantes, por la distancia en que se encuentran estas de la cimentación del teatro, por lo que se cumple con lo estipulado en el artículo 264 del RCDF.

También se cumple con el artículo 265, tomando en cuenta los estados límite de falla y de servicio para que no fallen los taludes del suelo en que se está realizando la cimentación, y pudiera afectarse las obras públicas que pasaban sobre la avenida Río Churubusco.

De acuerdo al artículo 265 del RCDF:

"En la ejecución de las excavaciones se considerarán los estados límite establecidos en el artículo 228 de este reglamento."

Según el artículo 228 del RCDF:

"En el diseño de las excavaciones se considerarán los siguientes estados límite:
I. De falla: colapso de los taludes o de las paredes de la excavación o del sistema de soporte de las mismas, fallas de los cimientos de las edificaciones adyacentes y falla de fondo de la excavación por corte o por subpresión en estratos subyacentes y,
II. De servicio: movimientos verticales y horizontales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en los alrededores. Los valores esperados de

Capítulo V. Análisis de la construcción, operación y mantenimiento

tales movimientos deberán ser suficientemente reducidos para no causar daños a las edificaciones e instalaciones adyacentes ni a los servicios públicos. Además, la recuperación por recarga no deberá ocasionar movimientos totales o diferenciales intolerables para las estructuras que se desplanten en el sitio. Para realizar la excavación, se podrán usar pozos de bombeo con objeto de reducir las filtraciones y mejorar la estabilidad. Sin embargo la duración del bombeo deberá ser tan corta como sea posible y se tomarán las precauciones necesarias para que sus efectos queden prácticamente circunscritos al área de trabajo."

Según el artículo 266 del RCDF:

"Si en el proceso de una excavación se encuentran restos fósiles o arqueológicos, se deberá suspender de inmediato la excavación en ese lugar y notificar el hallazgo al Departamento."

Durante el proceso de excavación para la cimentación del teatro Polivalente de 500 espectadores y demás edificaciones del CNA, no se encontró ningún resto fósil o arqueológico, por lo que no se tiene que aplicar el artículo 266 del RCDF.

Según el artículo 267 del RCDF:

"El uso de explosivos en excavaciones quedará condicionado a la autorización de la Secretaría de la Defensa Nacional..."

Debido al tipo de suelo que existe en el CNA, y al encontrarse cerca de zonas urbanas, no se utilizaron explosivos, por lo que se cumple con lo estipulado por el artículo 267 del RCDF.

V.1.6 Transporte en obras.

¿Qué tipo de maquinaria y equipo se usó para el transporte de materiales, equipo y personal?.

Según el artículo 268 del RCDF:

"Los dispositivos empleados para transporte vertical de personas o de materiales durante la ejecución de las obras deberán ofrecer adecuadas condiciones de seguridad. Sólo se permitirá transportar personas en las obras..."

Capítulo V. Análisis de la construcción, operación y mantenimiento

Durante la construcción del teatro Polivalente, se utilizaron bombas conectadas a tubos de asbesto y hule, para transportar el concreto de la olla de la revoladora a la altura donde se fuera a hacer el colado, no se utilizaron elevadores para subir a los trabajadores, ya que el DRO y supervisores consideraron, que debido a la altura del teatro no era necesario instalarlos, ya que los costos de construcción se alzaban demasiado, por lo que se colocaron escaleras; para el transporte vertical de materiales se utilizaron malacates, por lo que se cumple con lo estipulado en el artículo 268 del RCDF.

Según el artículo 269 del RCDF:

"Las máquinas elevadoras empleadas en la ejecución de las obras, incluidos sus elementos de sujeción, anclaje y sustentación, deberán:

I. Ser de buena construcción mecánica, resistencia adecuada y estar exentas de defectos manifiestos;

II. Mantenerse en buen estado de conservación y funcionamiento;

III. Revisarse y examinarse periódicamente durante la operación en la obra y antes de ser utilizadas, particularmente en sus elementos mecánicos tales como: anillos, cadenas, garfios, manguitos, poleas, y eslabones giratorios, usados para izar y/o descender materiales o como medio de suspensión;

IV. Indicar claramente la carga útil máxima de la máquina de acuerdo con sus características, incluyendo la carga admisible para cada caso, si ésta es variable y,

V. Estar provistas de los medios necesarios para evitar descensos accidentales.

Los cables que se utilicen para izar, descender o como medio de suspensión deberán ser de buena calidad, suficientemente resistentes y estar exentos de defectos manifiestos.

Cabe decir que para los materiales, se instalaron máquinas eléctricas para poder subirlos. Estas máquinas se supervisaban para su buen funcionamiento, y se les daba un cierto mantenimiento de conservación y funcionamiento, por lo que se cumple con lo estipulado en el artículo 269 del RCDF.

Según el artículo 270 del RCDF:

"Antes de instalar grúas-torre en una obra, se deberá despejar el sitio..."

Durante la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores, no se utilizaron torres grúa, por lo que no se tiene que aplicar el artículo 270 del RCDF.

V.1.7 Instalaciones.

Las instalaciones fueron realizadas conforme a los proyectos correspondientes, garantizando su eficiencia, así como la seguridad de la edificación.

Según el artículo 271 del RCDF:

"Las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, contra incendios, de gas, vapor, combustible, líquidos, aire acondicionado, telefónicas, de comunicación y todas aquellas que se coloquen en las edificaciones, serán las que indique el proyecto, y garantizarán la eficiencia de las mismas, así como la seguridad de la edificación, trabajadores y usuarios, para lo cual deberán cumplir con lo señalado en este Capítulo, en las Normas Técnicas Complementarias y las disposiciones legales aplicables a cada caso."

Todas las instalaciones utilizadas en el teatro Polivalente de 500 espectadores fueron revisadas por el fabricante según normas de calidad y se especificaron en el proyecto por el corresponsable en instalaciones, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 271 y 272 del RCDF y normas técnicas complementarias.

Según el artículo 273 del RCDF:

"Los procedimientos para la colocación de instalaciones se sujetarán a las siguientes disposiciones:

I. El Director Responsable de Obra programará la colocación de las tuberías de instalaciones en los ductos destinados a tal fin en el proyecto, los pasos complementarios y las preparaciones necesarias para no romperlos pisos, muros, plafones y elementos estructurales;

II. En los casos en que se requiera ranura muros y elementos estructurales para la colocación de tuberías, se trazarán previamente las trayectorias de dichas tuberías, y su aprobación será aprobada por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable en instalaciones, en su caso. Las ranuras en elementos de concreto no deberán sustraer los recubrimientos mínimos del acero de refuerzo señalados en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto;

III. Los tramos verticales de las tuberías de instalaciones se colocarán a plomo empotrados en los muros o elementos estructurales o sujetos a éstos mediante abrazaderas, y

IV. Las tuberías de aguas residuales alojadas en terreno natural se colocarán en zanjas cuyo fondo se preparará con una capa de material granular con tamaño máximo de 2.5 cm."

Durante la construcción del teatro Polivalente de 500 espectadores, se estableció por medio del DRO y corresponsable en instalaciones, el trazo por donde iba a pasar la tubería, para no dañar elementos estructurales, que pudieran provocar daños en el comportamiento de la estructura. Cuando fue posible, se trató de evitar al máximo el ranurar o perforar

elementos de concreto, pero hubo ocasiones en que se necesitó hacerlo. Se utilizaron elementos de acero, según normas técnicas, para abrazar las tuberías de caída, para evitar movimientos o deterioros de las mismas, durante la construcción de la red de drenaje e instalación hidráulica del CNA, se colocaron plantillas de material granular (gravas), para darle soporte a las mismas. Estas plantillas se colocaron según especificaciones en los planos y se revisaron y calcularon por los corresponsables en instalaciones, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 273 y normas técnicas complementarias.

Nota: Cabe decir, que durante el proceso de perforación de las ranuras para el paso de las instalaciones, existieron problemas de coordinación, ya que cuando llegaba la brigada de instalación, muchas veces, todavía no se encontraban las perforaciones y ranuraciones para colocar la tubería.

Según el artículo 274 del RCDF:

"Los tramos de tuberías de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, contra incendio, de gas, vapor, combustible líquidos y de aire comprimido y oxígeno, deberán unirse y sellarse herméticamente, de manera que se impida la fuga del fluido que conduzcan, para lo cual deberán utilizarse los tipos de soldaduras que se establecen en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento."

Las conexiones de todo tipo de tubería utilizada en el teatro Polivalente de 500 espectadores, se sellaron de acuerdo con lo establecido en el RCDF y normas técnicas complementarias, como por ejemplo, en el caso de la tubería hidráulica de cobre, la cual se soldó, o la tubería de la red de alcantarillado del CNA, la cual se selló con mortero, etc. Por lo que se cumple con lo estipulado en el artículo 274 del RCDF y normas técnicas complementarias.

Según el artículo 275 del RCDF:

"Las tuberías para las instalaciones a que se refiere el artículo anterior, se probarán antes de autorizarse la ocupación de la obra, mediante la aplicación de agua, aire o solventes diluidos, a la presión y por el tiempo adecuado, según el uso y tipo de instalación de acuerdo con lo indicado en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento."

Todas las tuberías de instalación se probaron previo a su colocación, de acuerdo con lo establecido en las normas técnicas complementarias; posteriormente se probaron, previo a la ocupación de la obra para dejar el edificio listo para su operación. En el teatro Polivalente se probaron las tuberías hidráulicas purgándolas para que funcionaran adecuadamente y no tuvieran aire, la instalación eléctrica que tuviera el número de luxes en cada una de sus secciones, según lo establecido en las normas técnicas complementarias, etc. Por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 275 del RCDF y normas técnicas complementarias.

V.1.8 Fachadas.

Los aplanados, placas, ventanas, cancelos, vidrios y cristales fueron colocados con las medidas necesarias con apego al RCDF.

Según el artículo 276 del RCDF:

"Las placas de materiales pétreos en fachadas, se fijarán mediante grapas que proporcionen el anclaje necesario, y se tomarán las medidas necesarias para permitir los movimientos estructurales previsibles, así como para evitar el paso de humedad a través del revestimiento."

En una parte del teatro Polivalente, se utilizaron placas de acero de color rojo para soportar lajas de mármol y como adorno a las fachadas, según establecidas en el proyecto arquitectónico; estas placas se anclaron de acuerdo con un diseño especial presentado por el corresponsable en diseño urbano y arquitectónico, y aprobadas por el DRO y el Departamento; estas placas permiten los movimientos estructurales previsibles que pueda tener la estructura y evita también el paso de la humedad al muro que se encuentra en esta parte, por lo que se cumple con lo establecido por el RCDF y normas técnicas complementarias.

Según el artículo 277 del RCDF:

*"Los aplauados de mortero se aplicarán sobre superficies rugosas o repelladas, previamente humedecidas.
Los aplanados cuyo espesor sea mayor de tres centímetros deberán contar con dispositivos de anclaje, que garanticen la estabilidad del recubrimiento, y en caso de ser estructuras, que garanticen el trabajo en conjunto."*

Se colocaron aplanados de mortero en algunas partes del teatro Polivalente de 500 espectadores, como en algunos camerinos y techos. Este aplanado es de entre 2.00 y 3.00 cm de acuerdo con el RCDF y normas técnicas complementarias, por lo que se cumple con lo estipulado en el artículo 277 del RCDF.

Según el artículo 278 del RCDF:

"Los vidrios y cristales deberán colocarse tomando en cuenta los posibles movimientos de la edificación y contracciones ocasionadas por cambios de temperatura. Los asientos y selladores empleados en la colocación de piezas mayores a uno y medio metros cuadrados deberán absorber tales deformaciones y conservar su elasticidad, debiendo observarse lo dispuesto en el Capítulo VI del Título VI de este Reglamento, respecto a las holguras necesarias para absorber movimientos sísmicos."

Capítulo V. Análisis de la construcción, operación y mantenimiento

Se colocaron vidrios en la fachada principal del teatro Polivalente de 500 espectadores, estos vidrios tenían una dimensión de 9.00 m de altura y 1.50 de base. Se realizó un estudio especial para el sellado de estos vidrios por parte de un especialista. Posteriormente se presentó la propuesta por parte del DRO al Departamento, quien lo aprobó para su colocación. En estos vidrios se utilizaron selladores especiales, para que estos pudieran aceptar las deformaciones, cabe decir, que las puertas para el acceso al vestíbulo del teatro, son también de vidrio, por lo que se cumple con lo establecido en el RCDF y normas técnicas complementarias.

Según el artículo 279 del RCDF:

"Las ventanas, cancelas, fachadas integrales y otros elementos de fachada, deberán resistir las cargas ocasionadas por ráfagas de viento, según lo que establece el Capítulo VII del Título VI de este Reglamento y las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento. Para estos elementos el Departamento podrá exigir pruebas de resistencia al viento a tamaño natural."

Las fachadas del teatro Polivalente, así como los vidrios, se diseñaron para que puedan resistir ráfagas de viento, según lo establecido en el artículo 279 del RCDF y normas técnicas complementarias.

V.2 Uso, operación y mantenimiento.

V.2.1 Uso.

El uso actual del inmueble es el originalmente autorizado, si se modificó el uso, qué análisis se hicieron.

Según el artículo 281 del RCDF:

"Los inmuebles no podrán dedicarse a usos que modifiquen las cargas vivas, cargas muertas, o el funcionamiento estructural del proyecto aprobado."

Según el artículo 283 del RCDF:

"Es obligación del propietario o poseedor del inmueble, tener y conservar en buenas condiciones la Placa de Control de Uso, otorgándole para ello los cuidados necesarios que garanticen que no se altere su contenido ni se obstruya a la vista del público usuario."

El uso de la edificación actualmente es como establecimiento para entretenimiento de 500 concurrentes, hasta la fecha, el uso de la edificación no ha cambiado, y además se encuentra la placa en el vestíbulo del teatro sin obstruir su visibilidad, por lo que se cumple con lo estipulado en los artículos 281 y 283 del RCDF.

V.2.2 Conservación.

Según el artículo 282 del RCDF:

"Los propietarios o poseedores de las Edificaciones y Predios tienen obligación de conservarlas en buenas condiciones de estabilidad, servicio, aspecto e higiene, evitar que se conviertan en molestia o peligro para las personas o los bienes, reparar y corregir los desperfectos, fugas y consumos excesivos de las instalaciones, y observar, además, las siguientes disposiciones:

I. Los acabados de las fachadas deberán mantenerse en buen estado de conservación, aspecto y limpieza. Todas las edificaciones deberán contar con depósitos de basuras conforme a lo que se establece en el artículo 86 de este Reglamento;

II. Los predios excepto los que se ubiquen en zonas que carezcan de servicios públicos de urbanización, deberán contar con cercas en sus límites que no colindan con Edificaciones permanentes o cercas existentes, de una altura mínima de

2.50 m, construidas con cualquier material, excepto madera, cartón, alambrado de púas, y otros similares que pongan en peligro la seguridad de personas y bienes;

III. Los predios no edificados deberán estar libres de escombros y basura, drenados adecuadamente, y

IV. Quedan prohibidas las instalaciones y Edificaciones precarias en las azoteas, cualquiera que sea el uso que pretenda dárseles."

Según el artículo 284 del RCDF:

"Las edificaciones que requieren licencia de uso del suelo con dictamen aprobatorio, según lo establecido en el artículo 53 de este Reglamento, requerirán de manuales de operación y mantenimiento, cuyo contenido mínimo será:

I. Tendrá tantos capítulos como sistemas de instalaciones, estructura, acabados y mobiliario tenga la edificación;

II. En cada capítulo se hará una descripción del sistema en cuestión y se indicarán las acciones mínimas de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo;

III. Para mantenimiento preventivo se indicarán los procedimientos y materiales a utilizar, así como su periodicidad. Se señalarán también los casos que requieran la intervención de profesionales especialistas, y

IV. Para mantenimiento correctivo se indicarán los procedimientos y materiales a utilizar para los casos más frecuentes, así como las acciones que requerirán la intervención de profesionales especialistas."

Durante la construcción de todas las edificaciones del CNA, la DGOP (Dirección General de Obras Públicas), mandó a supervisar por su parte, el trabajo que se estaba realizando, junto con la empresa supervisora contratada en el proyecto, posteriormente a la terminación de obra, la DGOP y la empresa privada, decidieron dejar este personal en el CNA, para que se hiciera cargo de la conservación y mantenimiento, según todos los puntos establecidos en el RCDF y normas técnicas complementarias en cuanto a conservación y mantenimiento de los inmuebles, así como de las áreas verdes. Para esto se preparó un manual con todos los puntos comprendidos por el RCDF y normas técnicas complementarias. En este manual también se establecían las direcciones de especialistas en cada área, para en algún caso poder comunicarse con ellos, por lo que se cumple con lo estipulado en los artículos 282 y 284 del RCDF.

También se contempló, por parte de la DGOP, el mantenimiento que se debía tener en cuanto al equipo contra incendios, y se estableció en el manual de operaciones del CNA, por lo que se cumple con el artículo 286 del RCDF.

Donde existieron problemas fue en la conservación de los planos, ya que hacía falta una buena administración de los mismos, porque algunos se los llevaron a las oficinas de la DGOP, otros se quedaron en las empresas contratistas y supervisoras, y algunos otros se perdieron, pero la gran mayoría se quedó en el área de mantenimiento, que se constituyó en el CNA, por lo que en este aspecto no se cumple con lo estipulado en el artículo 285 del RCDF, cabe también decir que la bitácora de obra se llevo a las oficinas de la DGOP.

V.2.3 Demoliciones.

¿Se realizaron demoliciones en el predio durante la ejecución?. ¿Qué medidas de protección se tomaron?. ¿Cómo fueron retirados los materiales y desechos?.

Según el artículo 290 del RCDF:

"Con la solicitud de licencia de demolición considerada en el Título Cuarto de este Reglamento, se deberá presentar un programa de demolición, en el que se indicará el orden y fechas aproximadas en que se demolerán los elementos de la construcción."

Previo a la construcción del CNA, se determinó hacer demolición de dos edificaciones que se encontraban en esta área, una fue la antigua Cineteca Nacional, la cual se encontraba en el área donde se localiza ahora la Escuela Nacional de Teatro y Escuela Nacional de Danza; y la otra, era el cine Pedro Armendariz, el cual se localizaba en donde ahora se encuentran los multicinemas, pero en la zona en donde se localiza el teatro Polivalente de 500 espectadores, no se tuvo que realizar ninguna demolición.

En el caso de las demoliciones que se tuvieron que hacer en el área del CNA, se presentó un programa, el cual indicaba el orden y fechas, y que fue aprobado por el Departamento. También cabe decir, que para estas demoliciones no se utilizaron explosivos, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 290 del RCDF.

Las demoliciones, por tener un área mayor de 60 m² cada una, estuvieron a cargo de un DRO, por lo que se cumple con el artículo 291 del RCDF.

Según el artículo 293 del RCDF:

"Previo al inicio de la demolición y durante su ejecución, se deberán proveer todos los elementos de protección de colindancias y vía pública que determine en cada caso el Departamento."

Durante la demolición de los edificios del CNA, se protegieron los edificios de los estudios Churubusco en el caso de la Cineteca Nacional, y en el caso del cine, a unos edificios habitacionales, por medio de puntales y tapias, y se estableció un programa que no fuera a afectar a estos edificios. También se avisó a los habitantes de los edificios habitacionales por medio del Departamento, para evitar algún daño, por lo que se cumple con lo estipulado en el artículo 293 y 294 del RCDF.

Según el artículo 297 del RCDF:

"Los materiales, desechos y escombros provenientes de una demolición, deberán de ser retirados en su totalidad en un plazo no mayor de 28 días hábiles contados a partir del término de la demolición y bajo las condiciones que establezcan las autoridades correspondientes en materia de vialidad y transporte."

Cabe decir que el material de desecho y escombros producidos por la demolición, fueron sacados de las áreas del CNA, por medio de camiones de volteo, según el RCDF y normas técnicas complementarias, por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 297 del RCDF.

Para sacar los escombros se utilizaron camiones de volteo y se cerró la lateral de la avenida Río Churubusco; para esto se solicitó un permiso al Departamento.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las escuelas y Conservatorio de Música de acuerdo con la zonificación secundaria, tienen un uso prohibido, pero dado que el proyecto era considerado como de gran prioridad debido a la necesidad de apoyar e impulsar el desarrollo artístico en el país, este, fue aceptado por el Departamento del Distrito Federal. Otro aspecto a favor de la realización del proyecto en esa zona, es que en la ciudad de México existen pocos lugares sin construir y sobre todo del área que se necesitaba en el proyecto, además, este predio está muy bien comunicado en cuestión vial.

En cuanto a los cajones de estacionamiento que se especifican en el Reglamento, que son 5 258, el centro Nacional de las artes cuenta con 1 646. El reglamento vigente toma en cuenta las necesidades actuales, pero dada la escasez de área, y el costo que implicaría un estacionamiento de más niveles, se consideró fuera de presupuesto.

El Teatro de las Artes no presenta un lugar exclusivo para depositar la basura de todo el conjunto, por lo que se prevén serios problemas de sanidad, de no existir una recolección rápida y eficiente.

El abastecimiento de agua que requiere el Centro Nacional de las Artes (CNA) es excepcional, pero lo es aún más la infraestructura con que se dotó el conjunto para satisfacer la demanda; que cuenta con tres cisternas de dimensiones extraordinarias y equipo de alta calidad.

En una de las cisternas del CNA, que se encuentra junto a la Escuela de Artes Plásticas -que es la que dota de agua al Teatro de las Artes-, se cometió un grave error, que infringió el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal; una vez que se construyó la cisterna y se le dotó del equipo adecuado, el proyectista pensó que el área que ocupaba la cisterna era muy grande y que no debía ser desperdiciada. Con esta idea, decidió construir un salón más a la Escuela de Artes Plásticas, exactamente sobre la cisterna, este salón es de grandes dimensiones, con una fachada de roca, e inclusive con un domo de mampostería, y su peso es muy grande. El actual Reglamento de Instalaciones Sanitarias Relativo a Edificaciones (RISRE) previene contra este tipo de errores. Resulta imperdonable que en

un proyecto de la magnitud e importancia como lo es el Centro Nacional de las Artes, que contó con proyectistas, constructores y dos supervisiones altamente capaces, se haya incurrido en un error de esta naturaleza.

Durante la construcción del Teatro de las Artes, se debió contar con equipo de extinción de fuego suficiente, en lugares de fácil acceso, e identificado con señales, letreros o símbolos; en este sentido no se cumplió con la reglamentación vigente y tampoco los trabajadores fueron adiestrados en el manejo y operación de dicho equipo.

El uso del sistema hidroneumático presenta el inconveniente de que necesita un mayor mantenimiento, pues su operación requiere de una mayor entrada de aire a la tubería, lo que produce corrosión en la misma; al cabo del tiempo se requerirá cambiar toda la instalación. Cabe decir que fue necesario utilizar este tipo de sistema, debido a que se instalaron muebles sanitarios con fluxómetro, y para que este dispositivo trabaje requiere de una alta presión; este tipo de dispositivos son necesarios para ahorrar agua.

En el proyecto del Centro Nacional de las Artes, no se incluyó el estudio de factibilidad de tratamiento y reuso de aguas residuales debido a que a lo largo de la avenida Río Churubusco, pasa una tubería de agua tratada, y se pidió permiso a la Delegación y al Departamento del Distrito Federal para poder utilizar dicha agua. Considero que se debió realizar ese proyecto con el fin de reutilizar el agua en las descargas de sanitarios, y descargar agua con mayor calidad al drenaje.

En el proyecto se cuidó que las pendientes del diseño del sistema de alcantarillado fueran respetadas en la construcción, con el objetivo de que dicho sistema tenga un buen funcionamiento a largo plazo, de tal manera que no exista corrosión en las tuberías, ni succión de los sellos de agua de los muebles sanitarios debido a una velocidad alta, así como evitar estancamientos y malos olores debidos a una velocidad baja.

Se solicitó a la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) la conexión de todas las tuberías que fueran a dar al sistema de drenaje de la ciudad de México, en dichas conexiones estuvo presente el personal de supervisión del CNA y pudo observarse comparando con los planos que las demás descargas al pozo de caída no estaban situadas de acuerdo a planos, por lo tanto para hacer la conexión si se tuvieron problemas en la ubicación de la descarga. Finalmente se hizo la conexión, poniendo en antecedente de los cambios realizados a la DGCOH.

Cabe mencionar que la instalación de telefonía, fue realizada por una empresa de gran prestigio, en dicha instalación se utilizaron los materiales de mayor tecnología en el mercado, así como la técnica más avanzada para su instalación. También se realizaron instalaciones para redes de computo, de voz y datos en todo el CNA, que fueron instalados por la misma compañía. En México no existe todavía una legislación perfectamente definida

en cuanto a este tipo de instalaciones, pero esto no significa que no se realizaran con calidad; las empresas dedicadas a esta tarea se manejan de acuerdo a normas internacionales con estándares de calidad altos.

Actualmente la Arquitectura basa la estética de una edificación en cierta asimetría, por este motivo, el ingeniero debe revisar la seguridad estructural, tanto en el diseño del proyecto como en la construcción del mismo. Cabe decir que el Teatro de las Artes, a pesar de ser asimétrico, presenta gran estabilidad de acuerdo al análisis estructural con que se diseñó.

Durante la construcción del CNA se obstruyó el sistema de alcantarillado de la zona, específicamente de la colonia Country Club, debido a la poca precaución de los residentes de obra, al no proteger adecuadamente los registros; toda clase de material de deshecho de construcción fue arrojado accidental y deliberadamente a la red de drenaje, al llover diariamente y en forma abundante el agua se estancó, provocando daños del orden de 100 000 pesos. El gasto para reparar los daños en la colonia fue asumido por la Dirección General de Obras Públicas.

En lo que se refiere a los servicios proporcionados a los trabajadores, si bien es cierto que les proporcionaron baños portátiles, también cabe aclarar que a dichos servicios no se les daba el mantenimiento necesario; por este motivo, los trabajadores hacían uso de los edificios en construcción, mismos en donde realizaban sus alimentos, provocando una falta absoluta de sanidad.

Es necesario mencionar que el equipo de seguridad no es suficiente en obra, por lo que la mayoría de los trabajadores no traen botas, casco, caretas, etc. Es responsabilidad de la empresa proporcionarles el equipo de seguridad. Es probable que una de las razones por las que no se les proporciona el equipo, es porque muchos de los trabajadores en la construcción son eventuales, pero esto no es disculpa para las empresas.

Las empresas constructoras basan sus costos en una mano de obra barata, ahorrando en equipo de seguridad para sus trabajadores, bajo el pretexto de que estos se niegan a usarlo. La realidad es muy diferente, los riesgos en la obra son grandes, y un trabajador se encuentra expuesto a un accidente a cada momento, sobre todo sin un equipo de protección. Cuando ocurre un accidente, el personal en obra suspende su trabajo, lo que redundará en costos más altos para la empresa. El no contar con un lugar adecuado para los alimentos, provoca enfermedades en los trabajadores, lo que acarrea ausentismo o baja productividad. Todo esto sigue afectando el costo de la obra.

Durante la construcción del Teatro, existieron mas aciertos que errores en cuanto al cumplimiento del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF), esto se debió a que existió mucho personal capacitado durante la construcción de la obra, pero aún así, cometieron errores, omisiones, etc. debido a cierta ignorancia de dicho reglamento. Cabe decir que no se incurrió en más errores porque el personal tenía gran experiencia en este tipo de proyectos y no necesariamente por conocer el RCDF, en realidad el reglamento es producto de la experiencia en la construcción, y del estudio de investigadores.

Cabe hacer notar que existieron dos supervisiones en el proyecto del CNA, que a diferencia de lo que se puede pensar, no trabajaron simultáneamente o con el trabajo repartido, sino que mientras la supervisora privada vigilaba la calidad, el tiempo, etc. de la construcción de la obra, la de obras públicas vigilaba a su vez el desempeño de la primera. Si bien se trató de un proyecto público, no se confió la supervisión directa del constructor a la DGOP, sino que se dejó en manos de una empresa privada. Independientemente de que existen muchos motivos para que se dé esta situación, es posible asegurar que de existir una buena capacitación en las supervisoras, solo una hubiera llevado la supervisión de la obra.

Por este motivo, es necesario hacer énfasis en el conocimiento y manejo de los reglamentos vigentes, a fin de no caer en la omisión de los mismos. Su desconocimiento produce mayores costos en obra, pérdida de tiempo, insatisfacción del cliente, etc. El RCDF no es el único elemento para llevar a buen termino una obra, pero es un factor fundamental que el ingeniero debe tomar en cuenta para guiar su desempeño en la obra.

BIBLIOGRAFIA

- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y Normas Técnicas Complementarias. 2a. Editores Sigma S.A. de C.V. 1995.

- ROBERTO MELI PIRAYA. Diseño estructural. Ed. Limusa. 1985.

- O. M. GONZALEZ CUEVAS. Aspectos fundamentales del concreto reforzado. 1a. Ed. Limusa. 1985.

- JORGE LUIS LARA GONZALEZ. Alcantarillado. 2a. UNAM. Facultad de ingeniería. DICTYG. Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 1991.

- ENRIQUE CESAR VALDEZ. Instalaciones Sanitarias en Edificaciones. Material de apoyo para la clase. 2a. UNAM. Facultad de ingeniería. DICTYG. Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 1996.